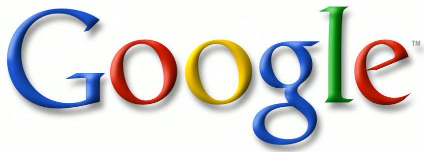


A. B. Prescott.

1869.

# Leitfaden

bei

qualitativen und quantitativen

# Löthrohr-Untersuchungen.

Zum Gebrauche

beim Unterrichte und zum Selbststudium für Chemiker, Pharmaceuten, Mineralogen, Berg- und Hüttenleute und sonstige Techniker.

Von

**Bruno Kerl,**

Königl. Hannoverschem Bergamtsassessor und Lehrer der Metallurgie an der Königlichen Bergschule zu Clausthal.

**Zweite,**

*umgearbeitete Auflage.*

Mit 1 Figurentafel.

**Clausthal.**

Verlag der Grosse'schen Buchhandlung.

1862.

Hannover.

Schrift und Druck von Fr. Culemann.

# Vorwort.

---

Bei den mir obliegenden Vorlesungen über Löthrohrprobirkunst an der Clausthaler Bergschule lasse ich von meinen Zuhörern zuerst die Reactionen der Elemente und ihrer einfachen Verbindungen an bekannten Substanzen nach Kapitel 4 der ersten Abtheilung dieses Leitfadens ausführen, dann folgt die qualitative Untersuchung unbekannter einfacher und zusammengesetzter chemischer Präparate und Hüttenproducte nach Kapitel 5 und 6, hierauf die Bestimmung von Mineralien und endlich werden quantitative Löthrohrproben unter Zugrundelegung der zweiten Abtheilung dieses Schriftchens angestellt.

Ueber die Bedeutung der in demselben gebrauchten Abkürzungen etc. ist S. 27 das Erforderliche bemerkt worden.

Diese zweite Auflage des Leitfadens ist vollständig umgearbeitet, wesentlich vermehrt und sowohl für die Bedürfnisse des Anfängers, als auch für im Löthrohrblasen Geübtere eingerichtet.

Clausthal, im Februar 1862.

**B. Kerl.**

# Inhaltsverzeichniss.

## II. Abtheilung. Quantitative Löthrohrproben.

---

# Inhalt der Figurentafel.



(Maassen in Millimetern.)

# Einleitung.

Die Löthrohrprobirkunst lehrt die häufig angenblickliche Erkennung gewisser unorganischer Körper an characteristischen Kennzeichen und Reactionen, welche bei Behandlung sehr kleiner Probemengen in erhöhter Temperatur für sich oder unter Einwirkung anderer Substanzen (Reagentien) mit Hülfe des Löthrohrs hervorgerufen werden. Zweck der Löthrohrproben.

Mit grossem Nutzen, namentlich bedeutendem Zeitgewinn, bedient sich der Chemiker dieses Instrumentes zur Voruntersuchung von Substanzen, welche auf nassem Wege weiter behandelt werden sollen, und zur Hervorbringung von bestätigenden Reactionen auf Verbindungen, welche im Verlauf der Analyse sich abgeschieden haben. Dem Mineralogen kommt das Löthrohr zur Hülfe, wenn die physikalischen Eigenschaften eines Minerals zu seiner Erkennung nicht hinreichend characteristisch sind; er ist dann im Stande, mittelst desselben zwischen verschiedenen, äusserlich ähnlichen Species zu unterscheiden und sich durch einfache Versuche rasch von dem Vorhandensein wesentlicher oder unwesentlicher Bestandtheile in einem Minerale zu überzeugen. Nutzen der Löthrohrproben.

Von der allergrössten Wichtigkeit ist das Löthrohr für den Metallurgen; dasselbe lehrt ihn nicht nur in kürzester Zeit in Erzen und Hüttenproducten diejenigen nützlichen und schädlichen Stoffe

zu ermitteln, welche bei den hüttenmännischen Prozessen von wesentlichem Einflusse sind, sondern gestattet auch die quantitative Bestimmung des Metallgehaltes in Erzen etc. mit derselben und oft grösserer Schärfe, als der docimastische Weg, ja sogar mit analytischer Genauigkeit, wie die Plattner'sche Kobalt- und Nickelprobe erweist.

Mängel der Löthrohranalyse.

So anerkannt nun auch der Nutzen der Löthrohranalyse ist, so leidet sie doch an dem Mangel, dass manche Körper danach gar nicht, in zusammengesetzten Verbindungen nicht alle Bestandtheile und auch nicht immer die Verbindungsweise der Körper durch dieselbe nachgewiesen werden können. Wo in solchen Fällen das Löthrohr im Stiche lässt, muss der nasse Weg zu Hülfe genommen werden, und eine passende Combination des letzteren mit dem trocknen führt dann um so schneller und sicherer zum Ziele.

Es sollen deshalb im Nachstehenden da, wo Löthrohrreactionen zur sicheren Erkennung eines Körpers nicht ausreichen, behufige einfache Reactionen auf nassem Wege angedeutet werden.

Geschichtliches.

Von dem Schweden Anton Swab im Jahre 1738 geschaffen und durch Cronstedt (1758), Bergmann (1779) und Gahn erweitert, ist die qualitative Löthrohrprobirkunst hauptsächlich durch Berzelius und Plattner zur höchsten Stufe der Ausbildung gebracht. Dieselben haben ihre Erfahrungen, combinirt mit den älteren, in nachstehenden Schriften, welche allen neueren und auch der vorliegenden zur Basis gedient, niedergelegt:

Die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie von J. J. Berzelius. 4. Aufl. Nürnberg 1844.

Die Probirkunst mit dem Löthrohre von C. F. Plattner. 3. Aufl. Leipzig 1853.

In beiden Schriften ist dem Verhalten der Mineralien vor dem Löthrohre ein besonderer Abschnitt gewidmet, und zwar ordnet Berzelius dieselben nach dem elektrochemischen Systeme, Plattner im Wesentlichen nach dem Hauptbestandtheil, welchen sie enthalten.

Beide Classificationsmethoden lassen keine systematische Aufsuchung und Bestimmung der Mineralien zu, wie eine solche nach den practischen, für den Mineralogen und Metallurgen unentbehrlichen

Tafeln zur Bestimmung der Mineralien mittelst einfacher chemischer Versuche auf trocknem und nassem Wege, von F. v. Kobell. 7. Aufl. München 1861.

ermöglicht ist.

Scheerer theilt in seinem trefflichen Löthrohrbuche (2. Aufl. Braunschw. 1857.) eine Tabelle über das Löthrohrverhalten der wichtigsten und häufigsten Mineralien, nach ihren Hauptbestandtheilen geordnet, mit, welche sowohl für Uebungen zur Bestimmung von Mineralien, als auch zur Benutzung bei der Prüfung unbestimmter Species dienen soll.

Die quantitative Löthrohrprobirkunst verdankt ihre Begründung als eines Zweiges der Docimasie den Bemühungen Harkort's, welcher die ersten Resultate derselben, die Silberprobe, in einem Hefte unter dem Titel:

Die Probirkunst mit dem Löthrohre, 1. Hft. Silberprobe. Freiberg, bei Graz u. Gerlach, 1827.

publicirte.

Plattner hat dann dieses Feld weiter bearbeitet und mit gewohnter Meisterschaft darauf Resultate erzielt, welche, in seiner oben erwähnten Schrift mitgetheilt, von der grössten practischen Bedeutung für den Metallurgen geworden sind.

In neuerer Zeit ist von Websky (Bergwerksfreund, Neue Folge 1. Bd. 1. Lief. 1860.) die Erweiterung der Plattner'schen quantitativen Analysirmethode in der Weise versucht, dass man die zu bestimmenden Körper auf nassem Wege isolirt, sie in bekannten stöchiometrischen Verhältnissen mit Gold oder Silber verbindet oder von diesen substituirt werden lässt und dann den Gehalt an Gold oder Silber in der neuen Verbindung mittelst des Löthrohrs ermittelt. Letzterer ergiebt dann durch Rechnung annähernd den gesuchten Gehalt.

---

# I. Abtheilung.

# Qualitative Löthrohrproben.

Zur Anstellung der Löthrohrproben sind ausser Werkzeugen zur Zerkleinerung des Probirgutes (Hammer, Ambos, Stahlmörser, Achatreibschale, Messer, Feile, Scheere, Kneifzange etc.) gewisse Geräthschaften zur Wärmeentwickelung, Unterlagen für die zu erhitzenden Körper, sowie Reagentien erforderlich. **Löthrohr-Utensilien.**

## 1. Kapitel.

## Geräthschaften zur Wärmeentwickelung.

Hierher gehören die Löthrohrlampe und das Löthrohr.

A. Die Löthrohrlampe, am zweckmässigsten von der Plattner'schen Construction (Fig. 1). Der Oelbehälter *A* ist von Messing oder lackirtem Eisen- oder Zinkblech, mit der verschraubbaren Oeffnung *a* zum Eingiessen des Oels und der ebenfalls dicht zu verschraubenden Dille *b*. Das Kreuz *c* lässt sich auseinander nehmen, nachdem der Eisen- oder Messingstab *d* herausgeschroben. *e* Drahtgitter zur Aufnahme von zu erhitzenden Porzellanschaalen bei Versuchen auf nassem Wege. **Löthrohrlampe.**

Die Lampe, mit raffinirtem Rüböl gespeist, enthält eine von rechts nach links schräg gefeilte Dille *n* (Fig. 4 u. 5) von 12 Millimeter lichter Breite und 5 Millimeter Weite zur Aufnahme des baumwollenen Dochtes.

Flammenbildung. Beim Anzünden des Dochtes, welcher in Folge der Capillarwirkung das flüssige Fett aufsaugt, wird dieses bei der vorhandenen höheren Temperatur hauptsächlich in Kohlenwasserstoffverbindungen zerlegt, welche beim Brennen oberhalb des Dochtes die Flamme bilden. An derselben lassen sich folgende einzelnen Theile wahrnehmen:

a) ein dunkler Kegel *c* (Fig. 2) über dem Dochte im Innern der Flamme,
b) ein denselben umgebender stark leuchtender Theil *d*,
c) eine diesen leuchtenden Theil umschliessende wenig leuchtende, schwach gelbrothe Hülle *ef* und
d) eine blaue Zone *ab* unten an der Flamme.

In den einzelnen Flammentheilen finden nachstehende chemische Vorgänge, neuerdings hauptsächlich von Hilgardt (Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 129 S. 129, 1854) studirt, statt.

In Folge der über dem Dochte herrschenden Temperatur wird Zug erregt, die atmosphärische Luft tritt in die Flamme ein und giebt beim Durchgang durch dieselbe ihren Sauerstoff an den ihr am nächsten verwandten Bestandtheil, den Wasserstoff der Kohlenstoffwasserverbindungen, grösstentheils ab und nur an dem unteren Theile der Flamme verbrennt, da hier die noch unzersetzte Luft im Ueberschusse hinzutritt, auch ein Theil Kohlenstoff zu Kohlensäure und Kohlenoxydgas, welches die Zone *ab* an der Basis blau färbt (Fig. 2).



Die aus dem Dochte continuirlich aufsteigenden Gase bilden den inneren dunkeln, durchsichtigen Kegel *c*, in dessen Mitte der Sauerstoff der Luft von aussen einzudringen sucht. Dabei verbrennen zunächst am Saum der Flamme bei *ef*, indem fortwährend frische Luft zutritt, Wasserstoff und auch Kohlenstoff, hier herrscht die höchste Hitze und ein in den Saum gebrachter oxydabler Körper oxydirt sich bei dem stattfindenden Luftzutritte (Oxydationsraum der Flamme). Beim weiteren Vordringen wird die Luft ihres Sauerstoffs immer mehr und mehr beraubt, derselbe wird zunächst vom Wasserstoff aufgenommen, der ausgeschiedene Kohlenstoff aber ins Glühen versetzt und dadurch die leuchtende Hülle *d* gebildet, eine glühende und brennende stetig erneuerte Gaswand, mit kräftig reducirenden Eigenschaften wegen der Anwesenheit des glühenden Kohlenstoffs und einer durch das Verbrennen des Wasserstoffs erzeugten hinreichend hohen Temperatur (Reductionsraum der Flamme). Der leuchtende Theil umschliesst den dunkeln Kegel *c*, welcher, da kein Sauerstoff zu ihm dringen kann, das Reservoir für die unzersetzten, dem Dochte entströmenden Gase bleibt. Einen je grösseren Weg der Sauerstoff in der Flamme zurückgelegt hat, um so schwächer ist die Intensität der Verbrennung, woraus sich die dunkle Färbung der oberen innern leuchtenden Hülle erklärt. Nach obenhin wird die Flamme immer ärmer an brennbaren Theilen, weil die Verbrennungsproducte von unten nach oben aufsteigen. Da nun in Folge dessen die die oberen Theile der Flamme von aussen her durchdringende Luft bis zur völligen Verzehrung des freien Sauerstoffs einen weitern Weg in der Gaswand zurücklegt, so nimmt die Dicke der leuchtenden Hülle

nach der Spitze hin zu und erscheint oben als massiver Kegel. Wie bereits bemerkt, umgiebt den leuchtenden Flammentheil eine wenig leuchtende Hülle *ef*, der sogenannte Schleier, in welcher die letzten Antheile Kohlenstoff aus der Flamme neben Wasserstoff verbrennen.

Surrogate für Oel. In einer Weingeistflamme lassen sich dieselben Flammentheile wie in einer Oelflamme unterscheiden, aber mit dem Unterschiede, dass der innere Kegel wegen der Leichtflüchtigkeit des Brennmaterials sehr gross und die leuchtende Hülle wegen Kohlenstoffarmuth des Weingeistes und deshalb wegen geringer Ausscheidung von solchem sehr dünn ist. Weil das Auge nicht geblendet wird, erscheint der Schleier sehr ausgedehnt. Da Kohlenstoff beim Verbrennen höhere Temperaturen als Wasserstoff giebt, so eignet sich auch das kohlenstoffreichere Oel besser zu Löthrohrversuchen, namentlich, wo es darauf ankommt, kräftige reducirende Wirkungen bei hoher Temperatur hervorzubringen. Dagegen veranlasst das kohlenstoffreiche Oel die Unannehmlichkeit, dass die Flamme leicht russt. Dies tritt weniger ein bei einem in einer gewöhnlichen Weingeistlampe gebrannten Gemisch von 6 Vol. Alkohol von 86° (statt dessen 4 Vol. Holzgeist), 1 Vol. Terpentinöl und einigen Tropfen Aether. Durch einen geringen Zusatz von Benzin kann das Gemisch noch kohlenstoffreicher gemacht werden. — Für Löthrohr-Untersuchungen lässt sich auch direct Leuchtgas anwenden, welches, mittelst eines Kautschukschlauches in einen Brenner geführt, durch einen 10 Millim. langen und 1,5 bis 2 Millim. breiten Schlitz desselben ausströmt (Fig. 3).

Löthrohrflamme. Durch Einblasen von Luft mittelst des Löthrohrs in das Innere der Flamme, welche dabei

eine mehr horizontale Richtung erhält, wird die Verbrennung lebhafter und in Folge dessen die Temperatur im Oxydations- und Reductionsraum erhöht, so dass, wenn man den zu untersuchenden Körper in solchen Löthrohrflammen erhitzt, energischere Reactionen erfolgen, als in einer gewöhnlichen Flamme.

Die Löthrohr-Oxydationsflamme erscheint in Form eines langen, rein blauen Kegels *m* (Fig. 4 u. 5), wenn die weitere Löthrohrspitze ungefähr $^1/_3$ in die Flamme hineingehalten und der Luftstrom dicht über den schräg abgeschnittenen, von hervorstehenden Fasern freien Docht hingeführt wird. Dabei durchdringt die Luft die brennbaren Gase vollständig, der Wasserstoff verbrennt zu Wasser, der Kohlenstoff grösstentheils zu Kohlensäure, ein geringer Theil aber auch zu Kohlenoxydgas, welches den Flammenkegel blau färbt. Die Spitze des Kegels bildet den heissesten Theil, wo die Oxydation eines oxydationsfähigen Körpers bei dem ungehinderten Luftzutritt am kräftigsten stattfindet. Weiter nach dem Innern des blauen Kegels zu nimmt die Temperatur ab und das Kohlenoxydgas kann eine geringe reducirende Wirkung ausüben. Man wendet die Oxydationsflamme zum Oxydiren und zum Erhitzen von Körpern an, um ihre Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit etc. zu beobachten.

Die Löthrohr-Reductionsflamme wird in Gestalt eines langen, schmalen, leuchtenden Cylinders *r* (Fig. 6) erhalten, wenn man eine engere, weniger Luft entlassende Löthrohrspitze in mittlerer Höhe der Flamme (nicht dicht über dem Dochte) nur wenig in dieselbe hineinragen lässt und den Luftstrom in einiger Entfernung über dem Docht hinleitet. Dabei treibt der Luftstrom die Flamme vor sich her, durchdringt dieselbe aber nicht vollständig, so dass noch glühende Kohlentheilchen darin

suspendirt bleiben. Den zu reducirenden Körper lässt man von der leuchtenden Flamme ganz umspielen, damit keine Luft zu demselben gelangt. Zu tief in die Flamme gehalten, überzieht sich der Körper mit Russ und erhitzt sich dann weniger leicht (Uebungen mit Zinn, Kupferoxyd oder Molybdänsäure).

Bei Anwendung der Reductionsflamme allein ziehen sich die reducirten Metalle weniger leicht in die Kohle, als bei gleichzeitiger Anwendung von Soda oder Cyankalium. Die Flamme wird deshalb vorzugsweise dann für sich benutzt, wenn es Hauptabsicht ist, Beschläge zu erzeugen.

Manche Beschläge auf Kohle, mit der Spitze des leuchtenden Theiles der Reductionsflamme hastig angeblasen, verschwinden mit characteristischer Färbung der Löthrohrflamme, indem dieselben reducirt werden.

Flammenfärbungen. Die Anwendung des Löthrohrs beschränkt sich nicht bloss darauf, höhere Temperaturen zu erzeugen und oxydirende und reducirende Wirkungen hervorzurufen, sondern auch flüchtige Körper zu erkennen, welche der Flamme eine characteristische Färbung ertheilen. Bunsen (Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. 111 S. 257) bringt nun alle Reactionen der letzteren Art, zu denen man sonst eines Löthrohres bedarf, viel sicherer und leichter dadurch hervor, dass die Probe an einem Platindraht in den Saum einer Leuchtgasflamme gebracht wird, welche beim Verbrennen in der von Bunsen angegebenen Brennervorrichtung (Erdmann's J. f. prakt. Chemie Bd. 79 S. 491; Fresenius' qualit. chem. Analyse. 1860. S. 23) eine Temperatur von über 2000 °C. in dem äusseren Mantel im Niveau des inneren dunkeln Flammentheils hervorbringt. Der äussere Rand dieses Schmelzraumes dient als Oxy-

dations-, der innere als Reductionsflamme. Man erkennt den der Flamme ausgesetzten Körper entweder, und zwar meist, direct an der hervortretenden Flammenfärbung, oder man betrachtet die gefärbte Flamme durch verschieden gefärbte, blaue, violette, rothe und grüne Gläser (gefärbt durch Kobaltoxyd, Manganoxyd, Kupferoxydul und Eisenkupferoxyd) oder eine verschieden dicke Schicht einer in einem Hohlprisma befindlichen Indigolösung, wobei neue und häufig die Unterscheidung mehrerer färbender Stoffe zulassende Färbungen entstehen (Alkalien, alkalische Erden); oder man beleuchtet mit der gefärbten Famme andere gefärbte Körper (z. B. zur Erkennung von Natron saures chromsaures Kali oder Quecksilberjodid), deren Farbe dann erbleicht oder vollständig verschwindet. Diese Reactionen geben nur dann sichere Resultate, wenn die Flamme selbst kein farbiges Licht ausstrahlt, weshalb man sich dazu keiner gewöhnlichen Lampenflamme, sondern einer Leuchtgas- oder Wasserstoffgasflamme bedienen muss. Merz (Erdm. J. f. pr. Chem. 1860 Bd. 80 S. 487) hat die Untersuchungen Bunsen's auf diesem Gebiete durch Beobachtung der Färbungen durch verschieden gefärbte Gläser, sowie durch Ermittelung der Flammenfärbung in verschiedenen Theilen der Flamme erweitert, und zwar unterscheidet derselbe an der Flamme des Bunsen'schen Leuchtgasbrenners Saumfarben an der äussersten Peripherie, Mantelfarben, etwa 1 Millimeter in die Flamme hinein, und Flammenfarben, welche sich auf die grosse Hälfte der ganzen Flamme erstrecken. Kernfarben werden diejenigen genannt, welche beim Einbringen der Probe in den kalten Kern der Wasserstoffgasflamme entstehen. Die Versuche müssen an einem Orte angestellt werden, der frei von

directem Sonnenlicht und zu grosser Tageshelle ist, ferner bei einem dunkeln Hintergrund und 3 — 4 Centim. hoher Flamme.

Flüchtigkeitsversuche. Bunsen benutzt die Flammenfärbungen auch zu Flüchtigkeitsversuchen. Eine unter einem Mikroskope gemessene Sodaperle von etwa 1 Millim. Durchmesser, als Einheit dienend, wird an dem Platindraht in die Flamme gebracht und mittelst eines Pendels beobachtet, wie viel Secunden zur vollständigen Verflüchtigung derselben erforderlich sind, welche letztere sich gewöhnlich durch plötzliche Farbenveränderung zu erkennen giebt. Man kann bis auf $^1/_2$ Secunde genau beobachten. Dadurch, dass man gleich grosse Volumina verschiedener Körper auf diese Weise behandelt, erhält man eine Flüchtigkeitsscala. Bald verflüchtigen sich die Substanzen vollständig, bald nur theilweise.

Spectralanalyse. Sind die auf dem angegebenen Wege erhaltenen Reactionen schon weit schärfer, als die entsprechenden Reactionen mittelst des Löthrohrs, so leistet doch noch mehr die durch Bunsen und Kirchhoff (Pogg. Annalen 1859 Heft 6) neuerdings bekannt gewordene Spectralanalyse, welche die allerkleinsten Mengen der Alkalien und alkalischen Erden erkennen lässt. Man lässt die Strahlen der in einer farblosen Bunsen'schen Gaslampe verflüchtigten Stoffe mittelst eines Fernrohrs auf ein Glasprisma fallen und fängt in einem zweiten Fernrohre die gebrochenen Lichtstrahlen so auf, dass ihr Spectrum mit dem Spiegelbilde einer graduirten Scala zusammenfällt. Je nach der Natur der untersuchten Subztanz werden Lichtstrahlen von verschiedener Farbe und Menge, aber bei ein und demselben Körper immer gewisse Lichtstrahlen, ausgegeben, z. B. von Natrium gelbe, von Lithion rothe etc.

Indem man nun die Farben für die verschiedenen Körper feststellt und ihre Lage auf der Scala bezeichnet, so gestattet die Eintheilung der Scala ein leichtes Auffinden der übrigen, wenn die Lage des Spectrums von Natrium, von welchem man gewöhnlich ausgeht, bekannt ist. Verschiedene Streifen des Spectrums fallen mit den Frauenhofer'schen Linien im gewöhnlichen Lichtspectrum zusammen.

B. Das Löthrohr (Fig. 7) besteht aus einer konischen Röhre *a* (Windrohr) von Messing oder Argentan und etwa 20 Centimeter Länge, welche an dem weitern Ende mit einem flachen Mundstück *b* von Horn mit etwa 35 Millimeter Durchmesser versehen ist, am andern Ende aber einen Windkasten *c* hat, in welchem sich die durch das Windrohr eingeblasene Luft ansammelt, ihre Feuchtigkeit absetzt und von da durch ein Seitenrohr aus einer daran befindlichen Platinspitze *d* ausströmt. Windkasten, Seitenrohr und Platinspitze sind einzelne Stücke, welche ineinander gesteckt und durch Friction zusammengehalten werden. Die Platinspitze hat ein 0,4 Millimeter weites Loch, welches durch Ausglühen der Spitze *e* in einer Weingeistflamme von anhaftendem Russ gereinigt werden kann. **Löthrohr.**

Beim Blasen legt man die beiden mittleren Finger der Hand fest um das Windrohr, welches auf den beiden andern Fingern ruht, während der Daumen frei bleibt (Fig. 8), stützt die Hand auf einer festen Unterlage, holt durch die Nase Athem und presst die Luft durch die angespannten Backenmuskeln aus, wobei der Gaumen als Ventil dient.

Man hat auch mechanische Vorrichtungen zum Hervorbringen einer Löthrohrflamme ohne Beihülfe der menschlichen Lunge, sogenannte Löthrohrgebläse, bei denen ein Strom atmosphärischer Luft, **Löthrohrgebläse.**

Sauerstoff oder brennbarer Gasarten durch die Flamme geblasen wird. Eine Zusammenstellung derartiger Gebläse hat Scheerer in seinem Löthrohrbuche S. 249 gegeben. Die einfachste und in ihrer Anwendung bequemste Vorrichtung der Art ist Rohrbeck's Kautschukgebläse (Fig. 9). Dasselbe besteht aus einem mittelst Kugelcharniers *a* in jede beliebige Richtung zu stellenden Löthrohre mit Platinspitze *b*, an einer Stange des Stativs auf und nieder beweglich. Der mit einem nach innen aufgehenden Ventile an der einen Seite versehene Kautschukblasbalg *d*, mit der Hand oder dem Fusse in Zwischenräumen zusammengedrückt, füllt den Kautschukwindkessel *c* mit comprimirter Luft, welche, mittelst des Hahns *e* zu reguliren, continuirlich aus der Löthrohrspitze ausströmt. Ein derartiges Gebläse ist im Stande, bei quantitativen Proben das gewöhnliche Löthrohr ganz zu ersetzen, wenn man den Blasbalg *d* mit dem Fusse zusammendrückt und die vom Gestell genommene Löthrohrspitze mit der Hand hält, wodurch der Flamme die erforderliche Direction leicht gegeben werden kann. *)

Zur Behandlung von Glasröhren in der Flamme, wenn man beide Hände frei haben muss, bedient man sich zweckmässig des sehr einfachen Standlöthrohres von Schiff in Gestalt einer Spritzflasche, an welcher die ausgezogene horizontale Glasröhre gleich unter dem Korke im Glase abgeschnitten ist, während die andere zum Lufteinblasen bestimmte Röhre tiefer, aber nicht ganz bis auf den Boden geht. Zur Beschwerung des Glases befindet sich auf

*) Ein Gebläse der Art, in dem chemischen Laboratorium zu Clausthal mit bestem Erfolge bei quantitativen Proben angewandt, ist von W. J. Rohrbeck (Luhme & Comp.) in Berlin zu dem Preise von 5 Thlr 20 Sgr bezogen.

dessen Boden Kornblei oder Quecksilber, und auf dieses schüttet man eine Schicht Aether. Indem man nun die eine längere Glasröhre mittelst Kautschukrohres mit einem Blasebalge verbindet, tritt comprimirte Luft in die Flasche ein, mengt sich mit Aetherdampf und strömt durch die ausgezogene Röhrenspitze in die Flamme einer Weingeistlampe ein.

## 2. Kapitel.

## Unterlagen für den zu erhitzenden Körper.

Die Erhitzung des zu untersuchenden Körpers in der Löthrohrflamme muss auf einer feuerfesten Unterlage geschehen, welche entweder selbst noch auf die Probe chemisch reagirt (Holzkohle) oder nicht (einseitig geschlossene und an beiden Seiten offene Glasröhren, Platinblech, Platindraht, Platinlöffel, Pincetten.) Unterlagen.

A. Holzkohle, die gewöhnlichste Unterlage für Löthrohrproben, wendet man in Gestalt von etwa 80—100 Millimeter langen, 20—30 Millim. breiten und 10—15 Millimeter dicken parallelepipedischen Stücken an, welche man aus einer vollkommen ausgekohlten, dichten und trockenen Fichtenkohle, ohne Astknoten, ausschneidet oder aussägt. Wo solche natürliche Kohlen in geeigneter Qualität nicht zu erhalten sind, stellt man künstliche Kohlen her, indem man Holzkohlenpulver mit Stärkekleister zu einer plastischen Masse anmengt, diese in eine parallelepipedische Form presst, die geformten Kohlen allmählig austrocknen lässt und sie alsdann in einem bedeckten Tiegel schwach glüht. Natürliche Holzkohle. Künstliche Kohlen.

Die zu erhitzende Probe wird nahe an den Rand der zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Verfahren beim Erhitzen.

Hand gefassten Kohle in ein flaches Grübchen gelegt und beim Erhitzen in der Flamme die Kohle ein wenig geneigt so gehalten, dass ein etwa entstehender Beschlag sich auf derselben der Länge nach absetzen kann. Zerknistert eine in Stückchen angewandte Probe beim Erhitzen, so pulvert man dieselbe und streicht sie, mit Wasser angefeuchtet, auf die Kohle. Bei Anwendung von Reagentien, z. B. Soda, mengt man die Probe in der Hand mit dem Reagens, befeuchtet etwas, knetet mit einem Spatel zu einer Paste an und streicht dieselbe mit dem Spatel in die Grube. Man erhitzt Körper auf Kohle, welche entweder reducirt oder nur desoxydirt werden oder Reactionen geben sollen, bei denen die reducirende Wirkung der Kohle nicht von Einfluss ist.

Nicht selten nimmt man auch auf der Kohle eine Oxydation (Röstung) vor, um riechende Gasarten, Beschläge etc. zu erzeugen.

Glasröhren. B. Glasröhren, vor dem Gebrauche gut ausgetrocknet, an beiden Seiten oder nur an einer Seite offen, von etwa 6—8 Millimeter Durchmesser, erstere von 80—100, letztere von 60—70 Millimeter Länge, zum Erhitzen von Körpern, welche bei Luftzutritt oder für sich flüchtige, an den Wänden der Röhre mit characteristischen Kennzeichen sich absetzende Sublimate und Destillate oder eigenthümliche Gerüche entwickeln.

Anwendung. Bei Anwendung offener Glasröhren schiebt man die zu untersuchende pulverförmige Substanz etwa 12 Millimeter tief in die Röhre ein, hält diese zur Erzeugung von Luftzug etwas geneigt und erhitzt die Stelle, wo der Körper liegt, langsam bei allmählig gesteigerter Temperatur, damit sich nicht — bei sofortiger Anwendung einer zu hohen Tempe-

ratur — der Körper unoxydirt verflüchtigt oder beim Rösten zusammensintert. Man erhitzt deshalb wohl die Röhre erst in der Spiritusflamme allein, dann mit der Löthrohrflamme.

C. Platinblech von etwa 10—15 Millimeter Breite und 40—50 Millimeter Länge, zum Erhitzen und Schmelzen von Substanzen, wobei eine Reduction vermieden werden muss. Platinblech.

Metallische Stoffe im regulinischen Zustande oder solche, welche auf Kohle einen Beschlag geben, dürfen nicht auf Platinblech behandelt werden, weil sich das Platin mit dem Metall zu einer leichtflüssigen Legirung verbinden und löcherig werden kann. Man hält das Platinblech mit den Fingern oder einer Pincette oder legt dasselbe auf Kohle. Dasselbe wird seltener gebraucht, z. B. bei oxydirenden Schmelzungen mit Salpeter (Mangan, Chrom) oder beim Zusammenschmelzen von Körpern mit Soda zu einer klaren (Alkalien) oder trüben Masse (alkalische Erden, Erden). Zuweilen giebt schon bei derartigen Operationen eine Spiritusflamme ohne Anwendung des Löthrohrs eine hinreichende Hitze. Anwendung.

D. Platinlöffel von 9—15 Millimeter Durchmesser, zum Zusammenschmelzen von Proben mit Oxydations- oder Solvirungsmitteln, durch welche erstere aufgeschlossen werden. Man kann statt dessen oft ein Platinblech anwenden, dessen zwei Ecken an den schmalen Seiten zu einem Tiegel aufgebogen werden. Zur Auflösung der geschmolzenen Massen bringt man diese sammt dem Löffel in eine Proberöhre, übergiesst sie mit Wasser, Salzsäure etc. und erhitzt nöthigenfalls. Platinlöffel. Anwendung.

E. Platindraht, etwa 60 Millim. lang und 0,5 Millim. dick (etwa von der Dicke eines Pferdehaares), an dem einen Ende u- oder o-förmig zu Platindraht.

einem Oehr umgebogen und am anderen Ende in einer Handhabe, einem Kork, einem Stückchen Holz etc. befestigt. Am Platindraht beobachtet man entweder Flammenfärbungen oder Färbungen gewisser Solvirungsmittel durch Metalloxyde. Die Solvirungsmittel (Borax, Phosphorsalz), in das Oehr des Drahtes gestrichen, schmelzen beim Erhitzen zu klaren Perlen und werden bei Zusatz von Metalloxyden in der Oxydations- und Reductionsflamme verschieden gefärbt. Die flüssigen Perlen lassen sich vom Drahte in eine Porzellanschaale abschlagen, indem man mit dem Ballen der den Draht haltenden linken Hand auf den Tisch aufstösst, wobei sich das Oehr am Rande der Schaale befinden muss.

Anwendung.

Bei einem u-förmig gebogenen Oehr nimmt die Probe stets Kugelform an, wodurch bei tiefer gefärbten Perlen leicht eine Schwierigkeit in der Beurtheilung der Farbe ohne Zerschlagen des Glases entstehen kann. Biegt man den Draht nahe o-förmig um, so schmilzt, wenn man nicht zu viel von dem Reagens nimmt, der Glasfluss nicht mehr zu einem Tropfen, sondern nimmt eine mehr flache Linsengestalt an, wodurch die gehörige Erkennung der Farbe sehr erleichtert wird. Die Perlen lassen sich dann aber schwieriger abschlagen.

Auch kann man zu stark gefärbte und durchsichtig gewordene Perlen zu dünnen Fäden ausziehen oder mit einer Pincette flach zusammendrücken oder abstossen und einen Theil der zerschlagenen Perle abermals mit Solvirungsmitteln behandeln. Metalle und leicht reducirbare Metalloxyde müssen entweder, weil sie den Platindraht zerstören, auf Kohle mit Solvirungsmitteln behandelt werden, oder man stösst im Oxydationsfeuer erhaltene Perlen ab und erhitzt sie auf Kohle weiter im Reductionsfeuer.

Beim Gebrauche des Platindrahtes taucht man dessen glühend gemachtes oder befeuchtetes Oehr in das gepulverte Reagens und schmilzt das daran Haftende mittelst der Löthrohrflamme vollständig. Man muss diese Operation so oft wiederholen, bis eine hinreichende Menge geschmolzener Glasfluss im Oehr erzeugt ist. Mit dem erweichten heissen Reagenskügelchen berührt man die zu prüfende gepulverte Substanz ein oder mehrere Mal bis zu der erforderlichen Menge, löst letztere in der Oxydationsflamme vollständig auf und behandelt die (nicht zu intensiv gefärbte) Perle nöthigenfalls dann auch in der Reductionsflamme, um characteristische Färbungen in der Hitze und unter der Abkühlung hervorzurufen. Auch giebt sich hierbei kund, ob sich der Körper ganz, theilweise oder gar nicht auflöst.

Zur Hervorbringung von Flammenfärbungen befeuchtet man das Oehr des Drahtes, tupft dasselbe in die Probe und erhitzt in der Spitze des inneren Theils der Oxydationsflamme.

F. Pincette mit Platinspitzen zum Festhalten kleiner Probensplitterchen, welche durch Einhalten in die Löthrohrflamme auf ihre Schmelzbarkeit oder auf die Flammenfärbung untersucht werden sollen, die sie im Oxydationsfeuer der blauen Löthrohrflamme ertheilen. Pincette mit Platinspitzen.

Eine eiserne Pincette dient zum Putzen etc. des Dochtes.

Um Flammenfärbungen wahrzunehmen, fasst man einen Splitter der Substanz mit der Platinpincette oder streicht das Pulver derselben, mit destillirtem Wasser angefeuchtet, in das Oehr eines Platindrahtes und bringt dasselbe in die blaue Löthrohrflamme oder in eine Leuchtgas- oder Wasserstoffgasflamme. Flammenfärbung.

Nimmt man statt des destillirten Wassers Speichel, so kann dessen Natrongehalt eine gelbliche Flammenfärbung erzeugen. Aus demselben Grunde darf der Platindraht nicht mit schweissigen Fingern angefasst werden. Bei hellem Tageslicht lassen sich die Farben nicht gut erkennen.

## 3. Kapitel.

## Löthrohrreagentien.

Zweck der Reagentien. Wenn Substanzen für sich keine characteristischen Erscheinungen (Färbung, Geruch, Beschlag, Sublimat, Aufbrausen etc.) vor dem Löthrohr geben, so treten diese oft hervor, wenn man die Probe mit gewissen, zweckmässig in Gläsern oder Holzbüchsen aufzubewahrenden Reagentien*) behandelt, wodurch eine von Färbungen begleitete Auflösung (Borax, Phosphorsalz, Soda), eine Reduction (Soda, Cyankalium, kleesaures Kali, Zinn), eine Oxydation (Salpeter), eine Ausscheidung von Stoffen (saures schwefelsaures Kali), eine Herstellung gefärbter Verbindungen (Kobaltsolution) etc. hervorgebracht werden kann.

Eintheilung. Man theilt die Reagentien, je nachdem sie zur Erkennung von vielen oder nur weniger oder eines Körpers dienen, in allgemeine (Borax, Phosphorsalz, Soda) und in specielle Reagentien (Salpeter, Cyankalium, neutrales kleesaures Kali, salpetersaures Kobaltoxydul, saures schwefelsaures Kali, Silber, Zinn, Salmiak, Kieselsäure, Flussspath etc.).

*) Die Preiscourante von J. F. Luhme & Comp. in Berlin, E. Gressler in Berlin u. A. enthalten Angaben über die Preise der Löthrohrreagentien.

## A. Hauptreagentien.

Anwendung.

1) Borax, $\dot{Na}\,\dddot{B}^2 + 10\dot{H}$, durch Umkrystallisiren gereinigt, wird zur Entfernung seines Krystallwassers calcinirt, dann gepulvert, im Oehr des Platindrahtes (pag. 17) zu einer farblosen Kugel geschmolzen und diese mit der zu untersuchenden Substanz, gewöhnlich Metalloxyden, versehen. Diese werden von der freien Borsäure oft unter Bildung characteristisch gefärbter Gläser schwerer oder leichter zu basisch borsauren, leichtschmelzigen Doppelsalzen in der Oxydationsflamme aufgelöst. Beim Behandeln der Perle in der Reductionsflamme behält dieselbe entweder ihre Farbe und wird nicht desoxydirt (Kobaltoxyd, Chromoxyd) oder letztere verändert sich, indem das Oxyd in eine niedrigere Oxydationsstufe (Eisenoxyd, Kupferoxyd etc.) oder in Metall (Nickeloxyd) verwandelt wird. Mit Säuren giebt der Borax saure Doppelsalze. Metalle, welche an Schwefel, Antimon und Arsen gebunden sind, müssen vor der Behandlung mit Borax durch Röstung auf Kohle oder in der offenen Glasröhre möglichst in Oxyde verwandelt werden. Man hat auch zu beobachten, ob das Auflösen der Substanz ruhig oder unter Aufbrausen vor sich geht, ob klare oder trübe porzellanartige Gläser (Email) entstehen, ob ein klares Glas unklar geflattert werden kann, ob die Färbung der Perlen in heissem Zustande während der Abkühlung und nach dem Erkalten sich verändert etc.

Unter Flattern versteht man ein rasch abwechselndes stärkeres und schwächeres Anblasen der mit einem Metalloxyde bis zu einem gewissen Grade gesättigten, geschmolzenen klaren Perle mit der Oxydationsflamme, ohne dass sie schmilzt. Auch kann man die Perle abwechselnd und wiederholt in der

Flamme erhitzen und dann wieder herausnehmen. Unter diesen Umständen werden mit gewissen Metalloxyden gesättigte klare Perlen unklar, was darauf beruht, dass diese Metalloxyde, wenn sie durch Schmelzen in Flüssen aufgelöst sind und mit diesen farblose Salze bilden, durch erneutes Erwärmen bei einer Temperatur, die weit niedriger ist, als die, bei welcher sie sich aufgelöst haben, zum Theil sich wieder aus der Auflösung abscheiden. Die Perle wird trübe und emailweiss, öfters auch gefärbt; durch sehr langes Blasen kann sie wieder klar werden.

Greift die zu untersuchende Substanz den Platindraht an (pag. 18), so wird sie auf Kohle mit einer Boraxperle geschmolzen, was namentlich auch zur Hervorbringung einer kräftigen Reduction bei Zusatz von Zinn (Kupfer, Eisen) nöthig ist.

Schmelzverhalten.

2) Phosphorsalz, $(\dot{Na}, \dot{N}H^4, \dot{H})\, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 8\dot{H}$, verliert beim Erhitzen am Platindraht seinen Gehalt an Ammoniak, an basischem und an Krystallwasser unter sehr lebhaftem Aufbrausen und geht in eine klare Perle von metaphosphorsaurem Natron über. Dieses löst unter Bildung mehrbasiger, gefärbter Gläser Metalloxyde auf, ähnlich wie Borax, nur sind die Farben schöner, gewöhnlich aber weniger intensiv. Auch wird das Phosphorsalz bei der Prüfung auf Chlor, Brom und Jod etc. angewandt.

Anwendung.

Da das Phosphorsalz wegen seines lebhaften und lange anhaltenden Aufschäumens leicht vom Platindraht abtropft, so schmilzt man es zweckmässig zuvor auf Kohle durch allmähliges Erhitzen zur Kugel und nimmt diese dann an den Platindraht. Auch kann das Salz zuvor durch Schmelzen im Platinlöffel entwässert werden.

Da der Gebrauch des Phosphorsalzes umständ-

licher als der des Borax ist, so verwendet man letzteren am meisten, wenn die Herstellung einer Phosphorsalzperle nicht unbedingt nöthig ist (Wolfram, Titan).

Anwendung

3) Soda, $\dot{Na}\,\ddot{C}$, wasserfreies, calcinirtes kohlensaures Natron, von einem Gehalte an Schwefelsäure vollständig befreit, dient zum Zusammenschmelzen mit Substanzen, um sie auf ihre Schmelzbarkeit, Zersetzbarkeit, Auflöslichkeit, färbende Eigenschaften, Reducirbarkeit etc. zu untersuchen.

Wirkungsweise als Reductionsmittel.

Die reducirende Wirkung der Soda beim Schmelzen mit Oxyden auf Kohle ist meist eine mechanische, indem sie dabei das Oxyd mit der Kohle in innigere Berührung bringt. Es kann sich jedoch auch durch Zusammenwirken von Kohle, Natron und dem Stickstoff der Luft bei der herrschenden hohen Temperatur Cyannatrium bilden, welches, so wie das Cyankalium, fast alle übrigen Reductionsmittel in ihrer Wirkung übertrifft. Auch wirkt neutrales kleesaures Kali durch Bildung von Kohlenoxydgas beim Erhitzen kräftiger reducirend, als Soda.

Die Anwendung der letzteren ist aber erforderlich, wenn aus schwefelsauren, phosphorsauren, arsensauren und andern Metallsalzen die Metalle reducirt werden sollen. Dabei führt die Soda die meisten Metalle rasch in die Kohle, was das schneller schmelzende Cyankalium weniger thut. Sollen flüchtige Metalle an den Beschlägen erkannt werden, welche sie auf Kohle geben, so wendet man zweckmässig die Reductionsflamme allein, ohne Soda, an, weil letztere durch Umhüllung der Metalle und ihr Einführen in die Kohle die Verflüchtigung vermindert. Arsen zieht sich nicht in die Kohle und wird deshalb besser mit Soda erkannt, während Antimon sich ohne dieselbe leichter verflüchtigt.

## B. Specielle Reagentien.

### 1) Reductionsmittel.

Anwendung. a) Trocknes Cyankalium, für sich oder im Gemenge mit gleichen Theilen trockner Soda, wirkt auf der Kohle als das kräftigste Reductionsmittel, indem oxydirte Verbindungen cyansaures Kali, Schwefelverbindungen Rhodankalium erzeugen. Am vollständigsten werden diejenigen Metalle reducirt, welche zum Cyan keine grosse Verwandtschaft haben (*As*, *Sb*, *Bi*, *Pb*, *Sn*). Da das Cyankalium sich leicht in die Kohle zieht, so werden reducirte Metallkügelchen besser sichtbar.

Anwendung. b) Neutrales kleesaures Kali, $\dot{K}\,\dddot{C}_2$, entwickelt beim Glühen in der einseitig geschlossenen Glasröhre oder auf Kohle Kohlenoxydgas, welches reducirend wirkt. Bei Anwendung dieses Reagens' breitet sich die geschmolzene Masse weniger leicht auf der Kohle aus, als bei dem leichtflüssigen Cyankalium.

Anwendung. c) Zinn oxydirt sich leicht und wirkt als kräftiges Reductionsmittel, wenn man etwas Zinnfolie einer Borax- oder Phosphorsalzperle (gewöhnlich auf Kohle) zusetzt und mit der Reductionsflamme kurze Zeit bläst (z. B. Eisen, Kupfer, Wolframsäure).

### 2) Oxydationsmittel.

Anwendung. a) Salpeter, $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, zu oxydirenden Schmelzungen, wobei entweder characteristische Färbungen des Schmelzgutes (Mangan, Chrom) oder Auflösung desselben erfolgt (Arsen, Chrom, Vanadin etc.).

### 3) Reagentien, welche durch Zerlegung der Probe flüchtige oder feste Substanzen mit characteristischen Erscheinungen ausscheiden.

a) Saures schwefelsaures Kali, $\dot{K}\dddot{S}^2$, dient zur Austreibung und Erkennung gewisser flüchtiger Stoffe (Salpetersäure, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Borsäure, Lithion), ferner auch zur Zerlegung titansaurer, tantalsaurer und wolframsaurer Salze durch Einwirkung der freien Schwefelsäure. Anwendung.

b) Flussspath, *Ca Fl*, im Gemenge mit dem vorigen Reagens, dient zur Entdeckung von Lithion und Borsäure durch Flammenfärbung. Auch benutzt man denselben, oder statt dessen Fluornatrium, zur Entdeckung von Kieselsäure. Anwendung.

c) Salpetersaures Kobaltoxydul, Kobaltsolution, $\dot{Co}\,\dddot{\ddot{N}} + 6\,\dot{H}$, bei Rosafarbe von der gehörigen Concentration, verliert beim Erhitzen mit gewissen Körpern in der Oxydationsflamme auf Kohle ihre Salpetersäure und das frei gewordene Kobaltoxydul bildet damit gefärbte Verbindungen (Thonerde, Magnesia, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Antimonoxyd, Zirkonerde, Unterniobsäure, Titansäure). Man knetet die gepulverte Substanz mit Wasser zu einem Brei, erhitzt denselben schwach auf Kohle bis zum Austreiben des Wassers, bringt einen Tropfen Kobaltsolution mittelst einer kleinen Pipette auf die Substanz, erhitzt dieselbe wieder schwach, zur Zersetzung der Salpetersäure, und glüht dann in der Oxydationsflamme stark, wobei reine Färbungen hervortreten, wenn die Substanzen rein sind. Verunreinigungen durch andere Oxyde veranlassen schmutzige Farben. Bei sehr dünnen Beschlägen, welche beim Befeuchten mit Kobaltsolution an der Pipette hängen blei- Anwendung.

ben würden, befeuchtet man ein Stückchen Filterpapier mit der Lösung, legt dieses auf den Beschlag und erhitzt in der Oxydationsflamme.

Anwendung. d) Kupferoxyd, $\dot{Cu}$, zum Auffinden von Chlor, Brom und Jod durch Flammenfärbung.

Anwendung. e) Chlorsilber, $Ag\,Cl$, zur Hervorbringung von Flammenfärbungen, welche damit allmähliger und andauernder eintreten, als mit Salzsäure (Kupfer, Molybdän, Arsen, Blei, Antimon, Kali, Baryt, Strontian, Kalk).

Das Chlorsilber wird, mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt, in einem kleinen Glase aufbewahrt; man bringt die Reactionen nicht am Platindrahte, sondern an einem Eisendrahte in der innern Flamme hervor, wobei Silber reducirt wird.

Anwendg. f) Oxalsaures Nickeloxydul, $\dot{N}i\,\dddot{C}_2$, zur Erkennung des Kali's neben Natron und Lithion.

Anwendg. g) Kieselerde, $\dddot{Si}$, zur Prüfung auf Schwefelsäure, Phosphorsäure, Fluor.

Anwendg. h) Silberblech zur Nachweisung von Schwefel, Selen, Tellur und deren Säuren.

Anwendg. i) Salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd und molybdänsaures Ammoniak in fester Gestalt zur Nachweisung von Phosphorsäure auf nassem Wege, ersteres auch zur Erkennung von Arsen als Arsensäure.

Anwendg. k) Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und Essigsäure zur Abscheidung von Substanzen auf trocknem oder nassem Wege.

l) Blaues und rothes Lakmuspapier.

Anwendg. m) Goldkörnchen von 50—80 Milligr. Schwere zur Unterscheidung von Nickel und Kobalt. Nickelhaltiges Gold mit Probirblei angesotten, das Bleikorn

abgetrieben und das erfolgende Goldkorn noch mit Borsäure auf Kohle behandelt, giebt wieder reines Gold.

## 4. Kapitel.

## Reactionen der Elemente und ihrer einfachen Verbindungen vor dem Löthrohre.

Die characteristischen Reactionen sind durch fettere Schrift bezeichnet und die in diesem Kapitel vorkommenden Abkürzungen haben nachstehende Bedeutung: Allgemeines.

**FS** = Verhalten für sich
**O** = Oxydationsfeuer
**R** = Reductionsfeuer
**B** = Borax
**P** = Phosphorsalz
**S** = Soda
**K** = Kobaltsolution,

so dass also z. B. bezeichnet: **FSO** Verhalten für sich im Oxydationsfeuer; **PR** Verhalten zu Phosphorsalz im Reductionsfeuer.

Eine 2 unter einem Symbol bedeutet ein Doppelatom des Radikals.

Auch wird noch bemerkt, dass die unter den Beispielen aufgeführten gesperrt gedruckten Mineralien sich in der Sammlung von Mineralien zu Löthrohrübungen nach Plattner befinden. Die eingeklammerten Mineralien sind ausschliesslich in den Krantz'schen Sammlungen enthalten, mit gesperrter Schrift gedruckte und gleichzeitig eingeklammerte aber sowohl in den Plattner'schen, wie in den Krantz'schen. *)

*) Plattner'sche Sammlungen, 126 Mineralspecies in Glasröhrchen enthaltend, sind zu dem Preise von 12 ₰ aus der Königl.

## A. Metalloide.

Allgemeines.

Die Metalloide und ihre hauptsächlichsten Verbindungen lassen sich, mit Ausnahme der Phosphorsäure, ohne Zuhülfenahme des nassen Weges mittelst des Löthrohrs allein oder doch auf trocknem Wege hinreichend sicher bestimmen.

Sauerstoff.

1. **Sauerstoff**, durch Glühen einer Substanz in der einseitig geschlossenen Glasröhre freigemacht, **bringt ein glimmendes Holzspänchen zum Brennen,** wenn dasselbe in die Mündung der Röhre eingeführt wird.

Beispiele.

Beispiele: chlorsaures Kali $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$, salpetersaures Kali $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, (Braunstein) $\ddot{Mn}$.

Wasserstoff.

2. **Wasserstoff** kommt nicht zur Untersuchung. **Wasser** setzt sich beim Erhitzen der Probe in der einseitig geschlossenen Glasröhre an deren kälteren Theilen in **Tröpfchen** ab, welche auf Lakmuspapier neutral, alkalisch (Ammoniak) oder sauer (arsenige Säure, Schwefelsäure, Flusssäure) reagiren. Flusssäure ist anwesend, wenn Fernambuckpapier durch das Wasser gelb gefärbt wird. Aus der Menge des Wassers lässt sich häufig ersehen, ob dasselbe hygroskopisches ist oder zum Wesen der Substanz gehört (Hydrat- oder Krystallwasser).

Beispiele.

Beispiele: schwefelsaures Natron $\dot{Na}\,\dddot{S} + 10\,\dot{H}$, phosphorsaures Natron - Ammoniak (Phosphorsalz) $(\dot{Na}, \dot{NH^4}, \dot{H})\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 8\,\dot{H}$, Eisenvitriol $\dot{Fe}\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$.

---

Sächs. Mineralien-Niederlage zu Freiberg zu beziehen. — Eine Sammlung von 100 der wichtigsten zu Löthrohrversuchen geeigneten Mineralien-Fragmenten in Pappetui mit Catalog kostet im Rheinischen Mineralien-Comtoir des Herrn Dr. A. Krantz in Bonn 4 ℛ. — Bei Eduard Gressler in Berlin kosten Sammlungen zu Löthrohrversuchen mit 156 Stück Mineralien in einem Kästchen 2 ℛ.

3. **Stickstoff** ist nicht zu erkennen. **Salpetersäure**, $\overset{\therefore}{N}$, und ihre Salze **verpuffen** meist auf Kohle und entwickeln für sich (ausser salpetersaurem Kali und Natron alle salpetersauren Salze) oder mit dem 2fachen sauren schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt (alle salpetersauren Salze) **pomeranzgelbe Dämpfe** von salpetriger Säure mit characteristischem Geruch. Die Farbe des Gases ist am deutlichsten wahrzunehmen, wenn man von oben in die Glasröhre sieht. Durch einen Zusatz von Kupferfeile wird die Reaction befördert. Stickstoff.

Ist die Menge der Salpetersäure so gering, dass die Farbe nicht mehr sichtbar ist, so schiebt man nach Stein (Polyt. Centr. 1859 Nro. 23 p. 1625) ein mit oxydfreier und mit Schwefelsäure versetzter Eisenvitriollösung getränktes Papierstreifchen oben in die einseitig geschlossene Glasröhre. Die geringsten Spuren Salpetersäure färben das Papier gelblich oder braun. Die Glasröhre muss aber lang sein, damit sich das Papier nicht zu sehr erhitzt, wodurch die entstandene Färbung alsbald wieder verschwindet. Die Reaction tritt nicht ein, wenn viel Eisenoxydulsalze oder grössere Mengen organischer Stoffe vorhanden sind. Bei Anwesenheit von viel Chlorverbindungen wird Salzsäure frei, welche Eisenchlorid bildet und das Vitriolpapier gelb färbt.

In solchen Fällen wendet man statt des sauren schwefelsauren Kali's beim Erhitzen besser Bleioxyd an, welches anfangs die Salpetersäure aufnimmt, in der Hitze aber fahren lässt. Die Glätte muss frei von Bleisuperoxyd sein, weil sonst bei Anwesenheit von Chlorverbindungen Chlor sich entbindet, welches das Vitriolpapier färbt.

Nach Merz geben Salpetersäure und salpetrige

Säure in dem Bunsen'schen Leuchtgasbrenner eine bronzegrüne, weit abstehende Saumflamme (S. 11), in der Regel mit orangerothem Rande. Salpetersaure Verbindungen taucht man zuvor in verdünnte Salzsäure, salpetrigsaure in eine Auflösung von doppelt schwefelsaurem Kali; Empfindlichkeit $^1/_{40}$ Milligramm. Ammoniak- und Cyanverbindungen färben ähnlich.

Beispiele. Beispiele: (Kalisalpeter) $\dot{K}\,\overset{.:.}{N}$, salpetersaures Bleioxyd $\dot{Pb}\,\overset{.:.}{N}$.

Schwefel. 4. **Schwefel** erkennt man in Schwefelungen und schwefelsauren Salzen und zwar in den geringsten Mengen, wenn man die Probe mit 2 bis 3 Theilen Soda (bei Sulfaten besser 5 Soda und 1 Borax) und etwas Kohlenstaub oder mit dem 2—3fachen neutralen kleesauren Kali auf Kohle in der Reductionsflamme glüht oder schmilzt, die geschmolzene Masse mit einem Messer aussticht und noch glühend auf ein befeuchtetes **Silberblech** drückt, wobei dieses **braune** oder **schwarze Flecken** erhält. Durch das reducirende Schmelzen bilden sich Schwefelalkalien (Hepar), welche mit Wasser Schwefelwasserstoff entwickeln, aus welchem Silber unter Bildung von schwarzem Schwefelsilber Schwefel aufnimmt.

Sollte die Kohle kleine Mengen schwefelsaurer Salze enthalten, so erhitzt man die Probe mit gleichen Theilen reiner Weinsteinsäure auf Platinblech, bis die ausgeschiedene Kohle grösstentheils verbrannt ist, thut einen Tropfen Wasser hinzu und rührt mit einem Silberdraht um, welcher sich dann braun färbt.

Um zu erkennen, ob der auf vorstehende Weise gefundene Schwefel als Schwefelung oder schwefelsaures Salz vorhanden ist, erhitzt man die Probe

a) für sich auf Kohle oder in der offenen Glasröhre, wobei Schwefelungen **schweflige Säure** mit stechendem Geruche und saurer Reaction entlassen.

Bei Zusatz einer Schwefelung zu einer auf Kohle aus Soda und Kieselerde geblasenen klaren Perle färbt sich diese in der Reductionsflamme röthlich gelb bis braunroth, wenn die Schwefelung keine Glasflüsse färbende Metalle enthält. Höhere Schwefelungsstufen geben beim Erhitzen in der einseitig geschlossenen Glasröhre Schwefel ab, welcher sich als **rothes Destillat** oben in der Röhre ansetzt und mit den flüchtigen Schwefelungen des Arsens, Antimons und Quecksilbers nicht zu verwechseln ist.

Die Schwefelungen der Alkalien geben auf Kohle weisse Beschläge von schwefelsauren Salzen; Schwefelkalium ist flüchtiger als Schwefelnatrium und dieses wieder flüchtiger als Schwefellithium. Mit der Reductionsflamme angeblasen, verschwinden die meisten Beschläge mit resp. blauviolettem, röthlich gelbem und carminrothem Scheine.

b) mit Aetzkali auf Platinblech, thut auf die geschmolzene Masse einen Tropfen Wasser und rührt mit einem Silberdraht um. Wird dieser braun oder schwarz, so ist eine Schwefelung vorhanden, wenn nicht, ein schwefelsaures Salz. — Schwefelsäure giebt eine schön blaue Kernfarbe (S. 11), wenn man die mit Salzsäure oder Kieselfluorwasserstoffsäure befeuchtete Probe mitten in die Wasserstoffgasflamme hält. Empfindlichkeit nach Merz $^1/_{4000}$ — $^1/_{1000}$ Milligramm.

Unterschwefelsaure Salze verhalten sich zum Silberblech, wie schwefelsaure, machen aber mit Salpeter in der einseitig geschlossenen Glasröhre

zusammengeschmolzen salpetrige Säure mit pomeranzgelber Farbe und eigenthümlichem Geruch frei.

Beispiele. Beispiele: Schwefelkalium $\acute{K}$, schwefelsaures Ammoniak $\dot{N}H^4\dddot{S}$, Bleistein $\acute{F}e$ ($\acute{F}e_2$, $\acute{P}b$, $\acute{C}u_2$), (gediegen Schwefel), (Schwerspath) $\dot{Ba}\dddot{S}$, Zinkblende $\acute{Z}n$, Schwefelkies $\overset{\prime\prime}{Fe}$; unterschwefelsaures Natron $\dot{Na}\overset{\therefore}{S_2} + 2\dot{H}$.

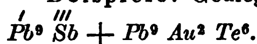
Selen. 5. **Selen** verhält sich zum Silberblech wie Schwefel. Selen und Selenmetalle geben auf Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer unter **Geruch nach faulem Rettig** einen braunen Rauch und in geringer Entfernung von der Probe einen **schwach metallisch glänzenden, stahlgrauen Beschlag,** der allmählig an Glanz abnimmt und in Dunkelgrau und Violett übergeht. Mit der Oxydationsflamme lässt sich der Beschlag leicht vertreiben; in der Reductionsflamme verschwindet er mit schön azurblauem Scheine und Geruch nach faulem Rettig. — In der offenen Glasröhre sublimirt sich das Selen, unter Einwicklung des Rettiggeruches, als **rother** bis **stahlgrauer Beschlag** und oxydirt sich nur wenig. In der einseitig geschlossenen Glasröhre sublimirt sich Selen ohne Geruch mit **rother** und bei viel Selen nach der Probe zu auch mit **stahlgrauer** Farbe. — Selensaure Salze geben mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme erhitzt den characteristischen Rettiggeruch und Beschlag, in der geringsten Menge vorhanden aber ein **rothes Sublimat,** wenn man die Probe in der einseitig geschlossenen Glasröhre mit Salmiak erhitzt. Dabei entsteht selensaures Ammoniak, durch Erhitzen in Wasser, Stickstoff und Selen zerfallend, welches letztere sich

mit überschüssigem Salmiak verflüchtigt und denselben röthet.

Beispiele: Metallisches Selen, selenhaltiger Schwefelsäureschlamm, Selenquecksilber *Hg Se*, Selenquecksilberblei (*Hg, Pb*) *Se*, (Selenblei) *Pb Se*. Beispiele.

6. **Tellur** giebt für sich oder mit Soda auf Kohle in nicht sehr grosser Entfernung von der Probe in beiden Feuern einen weissen Beschlag von telluriger Säure mit rother oder dunkelgelber Kante (Tellursäure), welcher sich mit der Oxydationsflamme vertreiben lässt und in der Reductionsflamme mit grünem Schein verschwindet. Tellurige Säure, am Oehr des Platindrahtes in die blaue Flamme gebracht, verflüchtigt sich unter Rauchen mit grüner Flammenfärbung. Der Tellurrauch riecht säuerlich. — In der offenen Glasröhre entlassen Tellurmetalle unter Entwickelung eines eigenthümlichen unangenehmen Geruches ein Sublimat von **weisser telluriger Säure**, welches zu **kleinen wasserhellen Tropfen** schmilzt, durchs Auge oder mit der Loupe wahrzunehmen; mit Soda und Kohle in der Glasröhre erhitzt, geben die Tropfen bei Zusatz von luftfreiem Wasser rothes Tellurnatrium. — In der einseitig geschlossenen Glasröhre entsteht von Tellur ein graues Sublimat. — Tellurige Säure löst sich in Borax und Phosphorsalz sowohl im Oxydations- als Reductionsfeuer zum klaren farblosen Glase auf, welches auf Kohle grau und unklar von reducirten feinzertheilten Metalltheilen wird. — Mit Soda und Kohlenstaub im einseitig geschlossenen Glasrohr geschmolzen und nach dem Erkalten mit einigen Tropfen destillirten Wasser aufgeweicht, entsteht eine tief **purpurrothe Lösung** von Tellurnatrium. Die Lösung des Selennatriums ist blutroth. Tellur.

Beispiele. **Beispiele:** Gediegen Tellur, (Blättertellur)



Phospor. 7. **Phosphor** wird, wenn er als solcher vorkommt, durch Behandlung der Probe mit Salpetersäure und Abdampfen zur Trockne in Phosphorsäure verwandelt. Zur Erkennung derselben in ihren Verbindungen pulvert man die Probe, streicht sie mit Schwefelsäure befeuchtet ins Oehr eines Platindrahtes und erhitzt mit der Oxydationsflamme, wobei dieselbe **blaugrün** gefärbt wird. Ein Wassergehalt muss zuvor durch Schmelzen der Probe auf Kohle mittelst des Löthrohrs entfernt werden. Ist die Phosphorsäure mit, die Flamme stark färbenden Basen, z. B. Natron, verbunden, so tritt die grüne Flammenfärbung nur anfangs und vorübergehend hervor, dann erscheint die gelbrothe Färbung von Natron. In der Leuchtgasflamme giebt die mit Schwefelsäure angefeuchtete Probe eine näher, als bei Salpetersäure, liegende graugelbgrüne Saumfarbe (S. 11), bei $^1/_{8000}$ Milligr. Empfindlichkeit. Beim Befeuchten der Probe mit Kieselfluorwasserstoffsäure entsteht eine sehr schöne grüne Kernfarbe (S. 11), eine Reaction, welche zur Erkennung von Phosphorsäure neben viel Borsäure characteristisch ist. — Phosphorsaures Bleioxyd färbt den äusseren Saum der von Bleioxyd blau gefärbten Flamme andauernd grün.

Da noch mehrere Substanzen die Flamme grün färben, so müssen folgende bestätigende Versuche auf Phosphorsäure gemacht werden: man schmilzt die feingepulverte Probe mit dem 5fachen Volum eines Gemenges von 3 Gewichtstheilen Soda, 1 G. Salpeter und 1 G. Kieselsäure im Platinlöffel, zieht aus der geschmolzenen Masse durch kochendes

Wasser das gebildete lösliche phosphorsaure und kieselsaure Alkali aus, filtrirt, treibt die Kohlensäure aus dem Filtrat durch schwache Uebersättigung mit Essigsäure aus und wirft in die Lösung einen Krystall von salpetersaurem Silberoxyd, der sich dann mit **citrongelbem** basisch phosphorsauren Silberoxyd überzieht, was characteristisch ist. — Sättigt man das Filtrat statt mit Essigsäure mit Salpetersäure und setzt molybdänsaures Ammoniak hinzu, so entsteht ebenfalls ein **gelber** Niederschlag von phosphorsäurehaltigem molybdänsauren Ammoniak.

Auch kann man aus dem Filtrat durch essigsaures Bleioxyd phosphorsaures Bleioxyd ausfällen, welches abfiltrirt, getrocknet und auf Kohle geschmolzen beim Erkalten ein **Polyeder** giebt, was andere Bleiverbindungen ausser manchen Varietäten von Mimetesit (arsensaurem Bleioxyd = $Pb\,Cl + 3\,\dot{P}b^3\,\dddot{As}$) nicht thun. — Mit Kobaltsolution geben manche phosphorsaure Salze, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, eine blau gefärbte schmelzbare Verbindung, z. B. phosphorsaures Natron.

Beispiele. B e i s p i e l e : phosphorhaltiges Roheisen, Phosphorsalz (S. 22), gebrannte Knochen $\dot{C}a^2\,\dddot{P} + 2\,\dot{C}a^3\,\dddot{P}$, T r i p h y l l i n $3\,(\dot{F}e, \dot{M}n, \dot{L}i, \dot{N}a, \dot{K})^3\,\dddot{P} + 2\,(\dot{F}e, \dot{M}n, \dot{L}i, \dot{N}a, \dot{K})^4\,\dddot{P}$, A p a t i t $Ca\,(Fl, Cl) + 3\,\dot{C}a^3\,\dddot{P}$, W a w e l l i t $(Al\,Fl^3 + 2\,\dddot{Al}) + 6\,(\dddot{Al}^4\,\dddot{P}^3 + 18\,\dot{H})$, G r ü n e i s e n s t e i n $2\,\dddot{Fe}^2\,\dddot{P} + 5\,\dot{H}$, G r ü n b l e i e r z $Pb\,Cl + 3\,\dot{P}b^3\,(\dddot{P}, \dddot{As})$, P h o s p h o r k u p f e r $\dot{C}u^3\,\dddot{P} + 3\,\dot{C}u\,\dot{H}$.

Arsen. 8. **Arsen** giebt auf Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer, **unter Entwickelung eines Knoblauchgeruchs vom gebildeten Suboxyd,** weit entfernt von der Probe einen **graulichen** oder **weissen** Beschlag. Dieser ist sehr flüchtig und verschwindet beim hastigen Daraufblasen mit der Reductionsflamme mit schwachem **hellblauen Schein.** Der Knoblauchgeruch tritt nach Vogel am deutlichsten, selbst bei den geringsten Mengen Arsenik, hervor, wenn man die Probe mit Kohlenpulver und einer sehr verdünnten Schellacklösung zu einem Teig anmengt, aus diesem ein Stängelchen formt und dieses ins Glimmen versetzt. — Arsen und arsensaure Salze färben, wenn die damit verbundene Base nicht vorwaltend färbt, auf Kohle oder in der Pincette die äussere Flamme hellblau. — In der offenen Glasröhre verflüchtigt sich Arsen als arsenige Säure, und zwar als deutlich krystallinisches weisses Sublimat, welches durch Erhitzen leicht von seiner Stelle getrieben werden kann. — In der einseitig geschlossenen Glasröhre giebt Arsen ein schwarzes Sublimat, welches bei beträchtlicherer Menge Metallglanz hat (**Arsenspiegel**).

Zu Soda auf Kohle verhält sich das Arsen wie für sich, nur wird die Verflüchtigung desselben und die Entstehung des Knoblauchgeruches dadurch noch begünstigt. Sollte letzterer bei Anwesenheit von Schwefel (z. B. bei Untersuchung von Rohschwefel auf Arsen) durch den Geruch nach schwefliger Säure verdeckt werden, so fügt man vor Behandlung der Probe mit dem 3fachen Soda in der Reductionsflamme auf Kohle ein der Probe gleiches Gewicht Bleiglätte hinzu, wodurch der Schwefel mehr zurückgehalten wird und hauptsächlich nur das Arsen zur Entwickelung kommt. — Geringe Mengen von Arsen in Arsenmetallen, oxydirten und geschwefelten Ver-

bindungen lassen sich erkennen, wenn man dieselben mit dem 5—6fachen eines Gemenges von gleichen Theilen trockner Soda und Cyankalium oder dem 4—5fachen neutralen kleesauren Kali und etwas Kohlenstaub in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, wobei sich metallisches Arsen als mehr oder weniger metallisch glänzendes Sublimat absetzt. Besonders in solchen Verbindungen, in denen das Arsen durch andere Mittel schwieriger zu reduciren ist, als im oxydirten Zustande, z. B. in den Schwefelverbindungen, ist Cyankalium ein sicheres Reagens, wird aber unwirksam und scheidet kein Arsen ab, wenn das Schwefelarsen mit Schwefel gemengt ist. Auch erhält man keinen oder nur einen geringen Arsenspiegel, wenn die Verbindung leicht reducirbare Metalle beigemengt enthält, welche das Arsen aufnehmen, z. B. arsensaures Natron im Gemenge mit viel Bleioxyd, Schwefelarsen enthaltendes Schwefelblei, arsensaures Natron mit viel Silberoxyd, mit sehr viel Gold oder mit einem Ueberschusse von Eisen-, Nickel- und Kobaltoxyd, Antimonium crudum mit Schwefelarsen, Schwefelblei und Schwefelkupfer; im Gemenge mit Mangan- und Zinkoxyd entsteht von arsensaurem Natron ein Arsenspiegel, desgleichen beim Behandeln von arsenhaltigem Antimon und reinem Schwefelantimon mit Cyankalium. Während letzteres sowohl aus $\overset{\prime\prime\prime}{As}$, als $\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{As}$ metallisches Arsen reducirt, vermag Soda nach Rose nur aus $\overset{\prime\prime\prime}{As}$ beim Schmelzen einen Theil des Arsens metallisch abzuscheiden und einen Arsenspiegel zu erzeugen, während dies mit $\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{As}$ nicht der Fall ist, ein sicheres Verfahren, die sonst so

ähnlichen beiden Schwefelungen von einander zu unterscheiden. Schwefelarsen sublimirt in der einseitig geschlossenen Glasröhre früher, als metallisches Arsen, und giebt ein rothes oder gelbes Sublimat. — Eine andere Prüfungsmethode für arsenarme Substanzen besteht darin, dass man dieselben in feingepulvertem Zustande mit dem 6fachen Salpeter schmilzt, das gebildete arsensaure Kali mit kochendem Wasser auszieht, Essigsäure im schwachen Ueberschusse hinzufügt und in die Flüssigkeit einen Krystall von salpetersaurem Silberoxyd wirft, welcher sich mit **rothbraunem arsensauren Silberoxyd** überzieht.

Beispiele. Beispiele: Arsenglas $\dddot{As}$, Schweinfurther Grün $\dot{Cu}\,\bar{A} + 3\,\dot{Cu}^2\,\dddot{As}$, Hüttenspeisen, (Gediegen Arsen), (Operment) $\overset{\prime\prime\prime}{As}$, (Realgar) $\overset{\prime\prime}{As}$, Eisensinter $(\dddot{Fe}_2^3\,\overset{\therefore\cdot\cdot}{As}^2 + 15\,\dot{H}) + (\dddot{Fe}_2\,\dddot{S} + 15\,\dot{H})$, mancher Erdkobalt (siehe Kobalt), Grünbleierz (S. 35) und Uranpecherz (siehe Uran).

Antimon. 9. **Antimon** giebt auf Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer ohne Geruchentwickelung bei Entstehung eines kaum merklich blauen Scheines einen **graulichen** oder **weissen Beschlag** in etwas geringerer Entfernung von der Probe, als arsenige Säure. Der Beschlag, von **K** schmutzig grün gefärbt, lässt sich in der Oxydationsflamme ohne Schein, in der Reductionsflamme mit schwach **grünlich blauem Schein** vertreiben. Zuweilen bilden sich dabei spröde Metallkörner, von feinen weissen Krystallnadeln umgeben. — In der offenen Glasröhre entsteht ein **weisses Sublimat** von Antimonoxyd, welches flüchtig ist und von dem ähnlichen des Tellurs und Arsens sich durch seine **Pulverform** unterscheidet.

Bei Luftabschluss giebt das Antimonoxyd in schwacher Glühhitze eine gelbliche Flüssigkeit und verflüchtigt sich dann bei höherer Temperatur vollständig; bei Luftzutritt bildet sich nicht schmelzbares und nicht flüchtiges antimonsaures Antimonoxyd. Antimonsäure wird beim Erhitzen dunkler und zersetzt sich in Sauerstoff und antimonsaures Antimonoxyd. — In der einseitig geschlossenen Glasröhre wird das Antimon aus seinen oxydirten Verbindungen durch Schmelzen mit Cyankalium völlig reducirt, aus Schwefelantimon nur zum grösseren Theil, ohne dass ein Metallspiegel entsteht. — Antimonoxyd giebt mit **BO** und **PO** in der Hitze gelbliche, beim Erkalten farblose Gläser, welche im Reductionsfeuer unter Abscheidung von Metalltheilchen **trübe** und **graulich** oder **schwarz**, später wieder farblos werden; durch Zinnzusatz wird das Trübewerden beschleunigt. — Mit **S** auf Kohle entsteht ein weisser Beschlag, aber weniger leicht als in der Reductionsflamme für sich, weil die Soda die reducirten Antimonkörner theils umhüllt, theils in die Kohle führt (S. 23). — Chlorantimon verflüchtigt sich und beschlägt die Kohle weiss, ohne vorher zu schmelzen. Von der Nachweisung eines geringen Arsengehaltes im Antimon war S. 37 die Rede.

Beispiele: Antimonsaures Kali $K\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Sb}$, Antimonoxyd $\overset{\cdot\cdot\cdot}{Sb}$, Hartblei, (Antimonglanz) $\overset{'''}{Sb}$, Berthierit $\overset{'}{Fe}^{3}\overset{'''}{Sb}^{4}$. **Beispiele.**

10. **Chlor** färbt in seinen Verbindungen mit Metallen, wenn man dieselben zu einer mit Kupferoxyd im Oxydationsfeuer gesättigten Phosphorsalzperle im Platindraht setzt, die Reductionsflamme **schön azurblau.** — Manche Chlormetalle verflüch- **Chlor.**

tigen sich auf Kohle und geben einen weissen Beschlag, nachdem sie im geschmolzenen Zustande in die Kohle gedrungen sind, z. B. die Chloralkalien; der Beschlag verschwindet in der Reductionsflamme mit einer gewissen Färbung. Andere Chlormetalle verflüchtigen sich, ohne zu schmelzen, und geben einen weissen Beschlag (Chlorverbindungen des Quecksilbers, des Ammoniaks und des Antimons), oder sie schmelzen vor dem Flüchtigwerden und geben einen weissen Beschlag (Chlorverbindungen des Bleis, Kadmiums, Wismuths, Zinks und Zinns). Ausser denen von den Chloralkalien, verschwinden diese Beschläge in der Reductionsflamme ohne Schein. Chlorkupfer schmilzt und färbt dabei die Flamme intensiv azurblau, indem sich von der Probe ab der Reihenfolge nach ein dunkelgrauer, dunkelgelber bis brauner und bläulich weisser Beschlag bildet, der in der Reductionsflamme mit azurblauem Schein verschwindet. — Viele Chloride färben, mit Schwefelsäure befeuchtet, ähnlich wie Borsäure die Löthrohrflamme grün, nur beschränkt sich in der Regel die Grünfärbung auf die innere Flamme. Besonders schön treten die Färbungen hervor, wenn man in ein Gemisch von 4 Theilen Vitriolöl und 5 Theilen rauchender Salpetersänre Fliesspapier eintaucht, dieses dann auswäscht, bei gelinder Wärme trocknet, mit dem flüssigen Chlorid befeuchtet und anzündet. — Chlorsaure Salze **verpuffen** auf Kohle lebhafter, als salpetersaure, und geben, sowie die Chlormetalle, beim Erhitzen mit saurem schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre **gelbgrünliches Gas mit Chlorgeruch,** welches befeuchtetes **blaues Lakmuspapier bleicht.** Bei geringerem Chlorgehalt ist die grüne Farbe kaum wahrzunehmen.

Beispiele: Chlorcalcium *Ca Cl*, (Kochsalz) *Na Cl*, Chlorquecksilber *Hg*² *Cl*, Apatit (S. 35), Grünbleierz (S. 35), Atakamit $Cu\ Cl + 3\ \dot{Cu} + 3\ \dot{H}$, chlorsaures Kali (S. 28). Beispiele.

11. **Brom** färbt in seinen Metallverbindungen die Löthrohrflamme **blaugrün,** wenn man die Probe einer kupferoxydhaltigen Phosphorsalzperle hinzusetzt. — Bromkalium und Bromnatrium schmelzen auf Kohle, ziehen sich in dieselbe hinein, verflüchtigen sich dann und beschlagen die Kohle weiss. In der Reductionsflamme verschwindet der Beschlag beim Bromkalium mit bläulichem, bei Bromnatrium mit röthlich gelbem Schein. — Bromsaure Salze, welche **verpuffen,** sowie Brommetalle, lassen sich beim Erhitzen mit saurem schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre erkennen, indem sich schweflige Säure und Brom entwickelt, welches letztere sich durch seinen **widerlich chlorähnlichen Geruch** und an den in der Glasröhre entstehenden **gelben Dämpfen** anzeigt. Letztere gewahrt man am besten, wenn man von oben in die Röhre sieht. Ein Zusatz von Kupferoxyd fördert die Reaction. Stärkekleister, an einem Glasstabe mit den Dämpfen in Berührung gebracht, färbt sich gelb. Brom.

Beispiele: Bromkalium *K Br*, Bromsilber *Ag Br*, Embolit $2\ Ag\ Br + 3\ Ag\ Cl$. Beispiele.

12. **Jod** mit Metallen in Verbindung färbt, einer kupferoxydhaltigen Phosphorperle zugesetzt, die äussere Löthrohrflamme intensiv **papagei-** oder **smaragdgrün.** — Jodkalium und Jodnatrium verhalten sich wie die ähnlichen Bromverbindungen. — Jodsaure Salze **verpuffen** auf Kohle und entlassen, sowie auch die Jodmetalle, mit saurem schwefelsauren Jod.

Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, unter Entwickelung von schwefliger Säure Jod, welches sich theils sublimirt, theils die Glasröhre mit schön **violetten** Dämpfen anfüllt. — Jodsilber wird, auf einem Zinkblech mit einem Tropfen Wasser befeuchtet, sofort schwarz und es entsteht eine blaue Färbung, wenn man den Tropfen in verdünnte, mit wenig Salpetersäure versetzte Stärkemehllösung thut. (Unterschied von Chlorsilber.)

Beispiele. Beispiele: Jodkalium *KJ*, Jodblei *Pb J*, Jodsilber *Ag J*.

Fluor. 13. **Fluor**verbindungen erhitzt man in der einseitig geschlossenen Glasröhre mit dem 4fachen sauren schwefelsauren Kali von oben herab (zur Vermeidung eines Aufstossens), wobei Flusssäure frei wird, welche die Röhre meist da, wo die schmelzende Masse liegt, **matt** frisst. Man erkennt dies am besten, wenn man die Röhre dicht über der geschmolzenen Masse abschneidet, mit Wasser ausspült und trocknet. — Zur Auffindung sehr geringer Menge von Flusssäure erhitzt man die Probe sehr stark und zwar so, dass ein Theil von dem Luftstrome der Flamme in die Röhre getrieben wird, mit calcinirtem Phosphorsalz an dem einen Ende einer offenen Glasröhre, wobei wasserhaltige Flusssäure ausgeschieden wird, welche die Röhre innen angreift, an ihrem eigenthümlich stechenden Geruch zu erkennen ist und ein befeuchtetes Fernambuckpapier **strohgelb** färbt. Enthält die Substanz gleichzeitig Kieselerde, so bildet sich gasförmiges Fluorsilicium, welches in Berührung mit dem aus der Flamme gebildeten Wasser Kieselerde ausscheidet. Beim Verdampfen des Wassers bleibt die Kieselerde in der Röhre zurück. Da bei der anzuwendenden Hitze das Glas leicht zusammenschmilzt,

so bringt man die Probe besser auf einem aufgerollten Platinblech in die Röhre, welches dann an seinem hervorstehenden, die Probe enthaltenden Ende erhitzt wird. — Eine sehr zweckmässige Modification dieses Verfahrens besteht darin, dass man die Fluor enthaltende Substanz mit etwas Kieselsäure oder Glaspulver mengt, in einem Platin-, Blei- oder mit Wachs überzogenen Porzellantiegel mit concentrirter Schwefelsäure übergiesst, mit einem Platindraht umrührt und den Tiegel mit einer unterwärts mit Wasser befeuchteten Glasplatte bedeckt, wo dann das entwickelte Fluorsilicium durch das Wasser zerlegt wird, indem sich, an der **weisslichen Trübung** zu erkennen, Kieselsäurehydrat in demselben abscheidet. — In manchen Fällen, wenn z. B. die Flusssäure in geringen Mengen mit schweren Basen und mit etwas Wasser in Substanzen vorkommt, entlassen dieselben beim Erhitzen in der einseitig geschlossenen Glasröhre Flusssäure, welche Fernambuckpapier strohgelb färbt.

Beispiele. Beispiele. (Flussspath) $Ca\,Fl$, Apophyllit $(K\,Fl + Si\,Fl^3) + 6\,(Ca\,Fl + Si\,Fl^3)$, Kryolith $3\,Na\,Fl + \underset{2}{Al}\,Fl^3$, Apatit (S. 35), Wawellit (S. 35), (Topas) $(\underset{2}{Al}\,Fl^3 + Si\,Fl^3) + \dddot{\underset{2}{Al}}{}^2\,\dddot{Si}{}^3$.

Kohle und kohlige Substanzen. 14. **Kohle** und **kohlige Substanzen** entzünden sich auf Platinblech, mit der Löthrohrflamme erhitzt, und brennen mehr oder weniger lebhaft, ferner **verpuffen** sie beim Erhitzen mit Salpeter auf dem Platinbleche. — Mit dem 4—8fachen antimonsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre zusammengeschmolzen, bildet sich kohlensaures Kali, welches mit Säuren braust. — Kohlensaure Salze entlassen ihre Kohlensäure mit **Aufbrausen** beim Erhitzen mit calcinirtem Borax am Platindraht. — Oxalsäure und ihre Salze zerlegen sich, für sich

oder mit saurem schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, in Kohlensäure und Kohlenoxydgas, welches letztere sich an der Mündung der Glasröhre **entzünden** lässt. In schwacher Glühhitze entwickelt sich fast nur Kohlenoxydgas. — Cyan lässt sich aus seinen Verbindungen durch Erhitzen mit saurem schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre unter Entwickelung des characteristischen **Geruchs nach bitteren Mandeln** austreiben. — Organische Substanzen geben beim Erhitzen in der einseitig geschlossenen Glasröhre eine stark riechende brenzliche, sauer (z. B. Holz) oder alkalisch reagirende Flüssigkeit (z. B. viele Steinkohlen). — Anthracit entzündet sich nicht an der Flamme eines Kerzenlichtes, giebt in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt nur einen geringen Beschlag von Theer, schmilzt nicht, ertheilt mit Aetzkali gekocht der Lauge keine Färbung. Steinkohlen und Braunkohlen entzünden sich an der Flamme eines Kerzenlichtes, brennen unter Entwickelung eines brenzlichen Geruches und geben, in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, bräunliche und bräunlichgelbe Theertropfen. Braunkohlen lösen sich in unterchlorigsauren Alkalien, ferner in Aetzkali mit brauner Farbe und werden von Salpetersäure rasch angegriffen, Steinkohlen und Anthracit nicht; nur ein Gemisch von Salpetersäure und concentrirter Schwefelsäure löst dieselben. Mit Schwefel in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, entwickelten Stein- und Braunkohlen Schwefelwasserstoffgas, Anthracit nicht. Braunkohlen brennen mit der Löthrohrflamme angeblasen fort, Steinkohlen nicht. Werden diese Brennstoffe in der einseitig geschlossenen Glasröhre stark geglüht und der dabei erfolgende

Koks an einem Zinkblech in Kupfervitriollösung getaucht, so überzieht er sich mit metallischem Kupfer.

Beispiele: Holzkohle, (Mellit) $\dddot{Al}_2\,\overline{M}^3 + 15\,\dot{H}$, Soda $\dot{Na}\,\ddot{C}$, Kalkspath $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, kleesaures Kali $\dot{K}\,\dddot{C}_2$, Blutlaugensalz $2\,K\,Cy + Fe\,Cy + 3\,\dot{H}$, Berlinerblau $3\,Fe\,Cy + 2\,Fe_2\,Cy^3$; Holz, Braunkohle, Steinkohle, (Anthracit), (Graphit). Beispiele.

15. **Borsäure**, $\dddot{B}$, färbt für sich, oder durch Eintauchen der Probe in Schwefelsäure frei gemacht, im Oehr des Platindrahtes die äussere Flamme **zeisiggrün.** Am sichersten ruft man diese Färbung hervor, wenn man die Probe mit 3—4 Theilen eines Flusses prüft, welcher aus $4^1/_2$ Theilen doppelt schwefelsaurem Kali und 1 Theile reinem Flussspath besteht. Man schmilzt denselben am Platindraht an, bedeckt dann die Oberfläche der Perle mit dem Probemehl und beobachtet beim ersten Zusammenschmelzen in der Oxydationsflamme eine vorübergehende, oft nur einen Augenblick wahrzunehmende **gelblichgrüne Färbung** durch verflüchtigtes Fluorbor. — Borsaure Salze, in Schwefelsäure getaucht, bringen eine schön grüne Mantelflamme (S. 11) hervor, zur Unterscheidung von Phosphorsäure intensiv genug. Zur bestimmten Unterscheidung der Borsäure von letzterer versetzt man ein Salz mit alkalischer oder alkalisch-erdiger Basis mit Salzsäure bis zur schwach sauern Reaction, taucht die Hälfte eines Curcumäpapieres ein und trocknet dieses auf einem Uhrglase bei 100° C., wo dann bei Anwesenheit von Borsäure die eingetauchte Hälfte braunroth erscheint. Mit Kobaltsolution, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, giebt Borsäure ein blau gefärbtes Glas, z. B. Borax. Borsäure.

Beispiele.

Beispiele: Borax (S. 21), (Sassolin) $\dddot{B} + 3\dot{H}$, Turmalin $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\underline{R}} (\dddot{Si}, \dddot{B})$, Datolith 2 $\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \dddot{B}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dot{H}$, Boracit $\dot{Mg} \dddot{B}^2 + 2 \dot{Mg} \dddot{B}$.

Kieselerde.

16. **Kieselerde**, $\dddot{Si}$, und manche ihrer Verbindungen geben mit Soda auf Platindraht, wenn man von letzterer nicht zu viel anwendet, ein bei der Abkühlung **durchsichtig bleibendes Glas**, welches von Metalloxyden gefärbt werden kann. — Silicate in kleinen Stücken oder Splittern (nicht als Pulver) in einer Phosphorsalzperle erhitzt, bilden ein sogenanntes **Kieselscelett**, eine mehr oder weniger durchscheinende Masse von in Phosphorsalz unlöslicher, ausgeschiedener Kieselerde von der Gestalt des angewandten Körpers, welcher in der heissen Perle schwimmt. Viel Zinnoxyd giebt ein ähnliches Scelett. — Bei Gegenwart von Alkali giebt Kieselerde mit Kobaltssolution eine blau gefärbte schmelzbare Verbindung, während die ähnliche Thonerdeverbindung unschmelzbar ist. Feines Quarzpulver, mit Kobaltsolution geglüht, nimmt eine einen Stich ins Rothe zeigende blaue Färbung von geringer Intensität an. — Eine selbst kleine Menge von Kieselerde lässt sich auf die Weise entdecken, dass man die Probe, gemengt mit Flussspath oder Fluornatrium, in einem Platintiegel oder Bleischälchen oder in einem mit Wachs überzogenen Porzellantiegel mit concentrirter Schwefelsäure übergiesst, mit einem Platindraht umrührt und das Gefäss mit einer unterwärts mit Wasser befeuchteten Glastafel bedeckt, worauf in dem Wasser eine **weissliche Trübung** entsteht, indem das damit in Berührung kommende, aus dem Probirgut entwickelte Fluorsilicium sich in Kieselfluorwasserstoff und Kie-

selsäurehydrat zerlegt. Letzteres bringt die Trübung hervor.

Beispiele: (Quarz) $\dddot{Si}$, Eisenhohofenschlacke, Mineralsilicate. Beispiele.

## B. Metalle.

### Erste Gruppe. Alkalien.

Haupt-characters.

Dieselben schmecken im reinen und kohlensauren Zustande laugenhaft, bläuen geröthetes Lackmuspapier, **ziehen sich nach dem Schmelzen in die Kohle** und geben, mit Soda auf Kohle oder Platinblech geschmolzen, eine in der Hitze **klare** und in Wasser lösliche Masse, wenn gewisse metallische Säuren nicht vorhanden sind. Schwefel-, Chlor-, Jod- und Bromalkalien schmelzen auf Kohle, ziehen sich dann in dieselbe, verflüchtigen sich und beschlagen die Kohle weiss. Die Beschläge verschwinden in der Reductionsflamme mit gefärbtem Scheine. Die meisten Verbindungen sind weiss gefärbt.

Die Alkalien lassen sich sämmtlich vor dem Löthrohr, theilweise auch ohne dasselbe mit Hülfe der Flammenfärbungen, erkennen, und sind für diese Reactionen besonders die Untersuchungen von Bunsen und Merz (S. 10) wichtig geworden. Auf dieselben beziehen sich die im Nachstehenden gebrauchten Ausdrücke: Saum-, Mantel-, Flammen- und Kernfarben, welche im Bunsen'schen Brenner oder in der Wasserstoffgasflamme erhalten werden (S. 11). Durch die Spectralanalyse (S. 12) lassen sich die geringsten Mengen der Alkalien (Kali, Natron und Lithion) erkennen, und mittelst derselben hat Bunsen zwei neue Alkalimetalle, Cäsium und Rubidium, in manchen Mineralwässern, so wie letz-

teres auch im Lepidolith von Rosenau in **Mähren** entdeckt.

Kali. 17. **Kali**, $\dot{K}$, und seine meisten Salze, namentlich die Verbindungen mit Chlor, Brom, Jod und Salpetersäure, weniger schwefelsaures und kohlensaures, am wenigsten phosphorsaures und borsaures Kali färben, am Platindraht in die Spitze der blauen Flamme gebracht, diese **violett.** Ein geringer Natron- und Lithiongehalt verhindert diese Reaction. Um neben diesen Stoffen Kali zu entdecken, setzt man die Probe wiederholt zu einer im Oxydationsfeuer geblasenen braunen nickeloxydhaltigen Boraxperle, worauf dieselbe nach dem Erkalten violett gefärbt wird. Das Nickeloxyd muss sehr rein, namentlich frei von Kobaltoxyd sein. — Die geringste Menge Kali lässt sich sicher auffinden, wenn man die mit der Probe gefärbte Leuchtgas- oder Wasserstoffgasflamme (S. 11) durch gefärbte Gläser betrachtet. Die Kaliflamme erscheint durch das **tiefblau gefärbte Kobaltglas violett** oder **ponceauroth,** durch das violette violett und durch das grüne **blaugrün.** Organische, Kohle ausscheidende Substanzen geben mit Kobaltglas dieselbe Reaction, wie Kali, und müssen durch vorhergehendes Glühen beseitigt werden; auch sind mit der Kaliflamme die von der Oberfläche des glühenden Platindrahtes, woran sich die Probe befindet, ausgehenden ebenfalls violetten oder rothen Strahlen nicht zu verwechseln. Es ist davon die Kalifärbung dadurch zu unterscheiden, dass sie sich von der Probe aus nach der Spitze der Flamme emporzieht. Es lassen sich nach Bunsen $^2/_{1000}$ Milligr. Chlorkalium durch das blaue Glas noch völlig sicher nachweisen; nach Merz durch das blaue Glas $^1/_{30000}$

Milligr., durch das grüne $^1/_{15000}$ Milligr. Kali. Die Empfindlichkeit wird oft gesteigert, wenn man die Probe mit Schwefelsäure befeuchtet, trocknet und wiederholt kurze Zeit in die Flamme bringt. (Ueber Erkennung des Kali's neben Natron und Lithion siehe diese.) Alkalihaltige Silicate geben erst scharfe Reactionen, wenn man die Probe mit kali- und natronfreiem Gyps im Oehr des Platindrahtes in die Flamme bringt, wo alsdann flüchtiges schwefelsaures Alkali gebildet wird. — Kalisalze, der Luft ausgesetzt, werden grossentheils feucht, Natronsalze nicht.

B e i s p i e l e: Chlorkalium $K\,Cl$, (Kalisalpeter) $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$, Beispiele. (A l a u n s t e i n) $\dot{K}\,\dddot{S} + 3\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{S} + 6\,\dot{H}$, L e u z i t $\dot{K}^3\,\dddot{Si}^2 + 3\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si}^2$, A d u l a r $\dot{K}\,\dddot{Si} + \overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si}^3$, (G l i m m e r) $\dot{K}\,\dddot{Si} + 2\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si}$, (T u r m a l i n) (S. 46), (A p o p h y l l i t) (S. 43), A g a l m a t o l i t h $(\dot{K}\,\dddot{Si} + \overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si}^3) + (3\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si} + \dot{H})$, (Orthoklas) $\dot{K}\,\dddot{Si} + \overset{\cdot\cdot\cdot}{\underset{2}{Al}}\,\dddot{Si}^3$.

18. **Natron**, $\dot{N}a$, färbt, auch bei Gegenwart von Natron. viel Kali und Lithion, die blaue Löthrohrflamme stark **stroh-, wachs-** oder **röthlichgelb.** Bei fortgesetztem Blasen bleibt diese Färbung sich entweder gleich oder wird noch intensiver. — Ungemein scharf ist die Erkennung des Natrons nach B u n s e n's Methode (S. 11) in der Leuchtgasflamme. Beleuchtet man mit der orangegelben Natronflamme einen Krystall von rothem **sauren schwefelsauren Kali** oder noch besser ein mit **Quecksilberjodid** bestrichenes, etwa 1 Quadratcentimeter grosses Papier auf schwarzem Hintergrund, so verschwindet in beiden Fällen die rothe Farbe; in ersterem wird der Krystall nebenbei durchsichtig und demantglänzend. Kali, Lithion und Kalk verhindern diese Reaction nicht. $^4/_{10000}$ Milligr. Kochsalz lassen sich auf diese Weise noch nach-

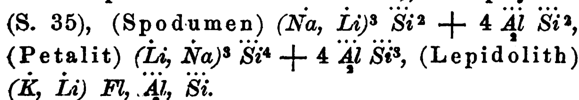
weisen. — Die Natronflamme erscheint durch das blaue Glas (S. 11) rein blau (Unterschied von Kali und Lithion) bei grossen Mengen, bei kleinen unsichtbar, durch das rothe Glas orangegelb und bei kleinen Mengen graugrünlich, durch das grüne Glas, selbst in den allerkleinsten Mengen, **orangegelb** (Unterschied von Kali und Lithion). Empfindlichkeit $^1/_{280000}$ Milligr., wenn man die Probe vorher mit Schwefelsäure befeuchtet und trocknet.

Beispiele. Beispiele: (Soda) (S. 23), Phosphorsalz (S. 22), Steinsalz (S. 41), (Kryolith) (S. 43), Tinkal $\dot{Na}\,\dddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$, (Albit) $(\dot{Na}, \dot{K})\,\dddot{Si} + \dddot{Al}_2\,\dddot{Si}$, Labrador $(\dot{Ca}, \dot{Na})\,\dddot{Si} + \dddot{Al}_2\,\dddot{Si}$, Natrolith $\dot{Na}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}_2\,\dddot{Si} + 2\,\dot{H}$.

Lithion. 19. **Lithion**, $\dot{Li}$, und dessen Salze färben die äussere Löthrohrflamme schön und intensiv **carminroth** mit einem Stich ins Bläuliche, am stärksten Chlorlithium. Geringe Mengen Natron verhindern die Reaction, Kalisalze selbst in beträchtlichen Mengen nicht. Um Lithion neben Natron zu erkennen, taucht man die mit Salzsäure befeuchtete Probe in geschmolzenes Wachs und hält sie in die blaue Flamme. Diese wird wegen der grössen Flüchtigkeit des Chlorlithiums im ersten Augenblicke roth gefärbt, dann gelb von Chlornatrium. — Lithiumarme Silicate, welche für sich die äussere Flamme nicht färben, streicht man mit 2 Theilen eines Gemenges von 1 Theil Flussspath und $1^1/_2$ Thl. doppelt schwefelsaurem Kali mit Wasser ins Oehr des Platindrahtes und schmilzt das Gemenge in der äusseren Flamme zusammen, wobei, wenn man beim Blasen die Perle in der Flamme hin und her bewegt, eine rothe Färbung derselben momentan zum Vorschein kommt.

Ein Natrongehalt stört diese Reaction. — Nach Merz erscheint die carminrothe Lithionflamme im Bunsen'schen Leuchtgasbrenner durch das blaue Glas violettroth (wie Kali, Unterschied von Natron), durch das violette carminroth und durch das grüne unsichtbar (Unterschied von Kali und Natron). Empfindlichkeit $^1/_{140000}$ Milligr. — Zur Erkennung von Lithion neben Kali und Natron beobachtet man nach Bunsen die Folge der Farbenveränderungen, welche jede der neben einander erzeugten Flammen von Kali, Natron und Lithion dadurch erleidet, dass man deren Strahlen durch allmählig immer dicker werdende Schichten einer in einem Hohlsprisma befindlichen Indigolösung zum Auge gelangen lässt. Das Gelb der natronhaltigen Flamme geht bei sehr dünnen Schichten der Indigolösung in Violett und dann ins Blau der ursprünglichen Farbe über, so dass die Natronfärbung ganz verschwindet. Hier erscheint dann die lithionhaltige Flamme roth gegen die noch kornblumenblaue Kaliflamme, bei dickeren Indigoschichten verliert das Roth an Intensität und wird bei einer gewissen Dicke der Indigoschicht der Kalifarbe völlig gleich, welche von Blau in Violett und endlich in Roth übergeht. Kali und Lithion lassen sich nicht mit Strontian verwechseln, wenn man so verfährt, wie bei Kali angegeben.

Beispiele: Chlorlithium $Li\,Cl$, Triphyllin Beispiele.



(S. 35), (Spodumen) $(\dot{Na}, \dot{Li})^3 \dddot{Si}^2 + 4 \dddot{Al}_2 \dddot{Si}^2$, (Petalit) $(\dot{Li}, \dot{Na})^3 \dddot{Si}^4 + 4 \dddot{Al}_2 \dddot{Si}^3$, (Lepidolith) $(\dot{K}, \dot{Li})\ Fl, \dddot{Al}_2, \dddot{Si}$.

20. **Ammoniak,** $\dot{N} H^4$. Die Verbindungen derselben geben, mit Soda oder Kalk auf Platinblech Ammoniak.

oder in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, **Ammoniakgeruch** und weisse Nebel, wenn man einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab über die Probe hält. Schwach geröthetes Lakmuspapier wird über der Probe auf Platinblech oder, indem man dasselbe in den obern gut gereinigten Theil der Röhre einschiebt, gebläut. — Ammoniak färbt die Kernflamme (S. 11) schwach graublau, die Saumflamme bronzegrün.

Beispiele. Beispiele: (Salmiak) $NH^4\ Cl$, salpetersaures Ammoniak $\dot{NH^4}\ \dddot{\ddot{N}}$.

## Zweite Gruppe. Alkalische Erden.

Hauptcharactere. Sind bei weisser Farbe für sich unschmelzbar, im hydratischen und kohlensauren Zustande theilweise schmelzbar (Baryterde, Strontianerde), reagiren im hydratischen Zustande alkalisch (mit Ausnahme der Magnesia), im kohlensauren erst nach dem Glühen; **ziehen sich,** mit Ausnahme der Baryt- und Strontianerde, **nicht in die Kohle** und geben theils (Kalkerde, Talkerde) mit Soda auf Platinblech geschmolzen eine **trübe Masse**, theils eine klare Masse (Baryt- und Strontianerde) in der Hitze, zeigen aber, was sehr characteristisch ist, **Phosphorescenz,** Baryterde am wenigsten. Zur sicheren Erkennung der alkalischen Erden muss häufig und, wenn mehrere davon zusammen vorkommen, fast immer der nasse Weg zu Hülfe genommen werden.

Baryterde. 21. **Baryterde,** $\dot{Ba}$, **FS** unschmelzbar, im hydratischen und kohlensauren Zustande schmelzbar und in die Kohle einziehend. — **B** bei bestimmtem Zusatze ein klares Glas, welches unklar geflattert (S. 21) werden kann. — **P** ein klares Glas, welches je nach

der Grösse des Zusatzes beim Erkalten klar bleibt oder emailweiss wird. — **S** schmilzt und zieht sich damit in die Kohle. — Baryterdesalze ertheilen, was characteristisch ist, der äusseren Löthrohrflamme **eine gelblich grüne** Färbung. Chlorbaryum, salpetersaure und essigsaure Baryterde färben intensiver als Aetzbaryt, kohlensaurer und schwefelsaurer Baryt; Kalkerde verhindert die Reaction nicht, erst gegen das Ende des Blasens zeigt sich eine Kalkreaction. Die gelbgrüne Leuchtgasflamme (S. 11) erscheint durch das grüne Glas blaugrün. Empfindlichkeit $^1/_{8500}$ Milligr. nach Merz. (Unterscheidung von Kalk- und Strontianerde siehe bei diesen.)

Beispiele: Chlorbaryum $Ba\,Cl$, Schwerspath $\dot{B}a\,\dddot{S}$, (Witherit) $\dot{B}a\,\ddot{C}$, Barytocalcit $\dot{B}a\,\ddot{C} + \dot{C}a\,\ddot{C}$. **Beispiele.**

22. **Strontianerde,** *Sr*, **FS** unschmelzbar, im hydratischen und kohlensauren Zustande etwas schmelzbar, aber weniger als Baryterde; im kohlensauren Zustande mit Soda eine klare Masse gebend, welche in die Kohle zieht. — **B** u. **P** wie Baryterde. — Characteristisch für Strontianverbindungen ist die **carminrothe** Färbung der äusseren Flamme mit einem Stich ins Gelbliche, namentlich beim vorherigen Befeuchten der Probe mit Salzsäure. Chlorstrontium und salpetersaure Strontianerde, überhaupt in Wasser lösliche Salze, färben die Flamme sofort, kohlensaure und schwefelsaure Strontianerde erst nach einiger Zeit carminroth. Chlorbaryum zu Anfang der Erhitzung und Natronsalze verhindern die Reaction, nicht aber Chlorcalcium. Mit Kalisalzen gemengte Strontiansalze lassen, jedoch etwas undeutlich, die carminrothe Farbe an der Flamme und die violette an der Probe erkennen. — Während Lithion die Flamme augenblicklich roth färbt, **Strontianerde.**

die Färbung aber bald verschwindet und an demselben Stück nicht wieder zum Vorschein kommt, so fängt die Färbung bei Strontian und Kalk meist später an, dauert aber ununterbrochen fort. Man muss nur wenig zur Probe anwenden. — Schmilzt man Chlorbaryum am Platindraht, setzt von der Probe etwas hinzu und bringt den Draht in die äussere Flamme, so kommt bei Lithion eine rothe Färbung, nicht aber bei Strontian. — Die scharlachrothe Leuchtgasflamme (S. 11) erscheint durch das grüne Glas schwach gelb, wenn die mit Salzsäure befeuchtete Probe aufspritzt, d. h. wenn die letzten Antheile Salzsäure verdampfen, durch das blaue Glas beim Aufspritzen purpur- bis rosaroth. — Strontianerde soll sich von Baryterde dadurch unterscheiden lassen, dass man am Platindraht eine blaugrüne undurchsichtige Perle mittelst Soda und Braunstein bläst und darin möglichst viel von der Probe auflöst. Bei Baryt soll die Perle vom gebildeten mangansauren Baryt grün oder bläulich bleiben, bei Strontian aber dunkelgrau oder braun werden, weil sich kein mangansaures Salz bildet.

Beispiele. Beispiele: Chlorstrontium $Sr\,Cl$, salpetersaure Strontianerde $\dot{Sr}\,\overset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{N}}$, (Cölestin) $\dot{Sr}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}$, (Strontianit) $\dot{Sr}\,\ddot{C}$.

Kalkerde. 23. **Kalkerde**, $\dot{Ca}$, verhält sich ähnlich, wie Strontianerde, nur ist sie ganz unschmelzbar und giebt mit Soda keine klare Masse. — Die Kalksalze färben die äussere Flamme mehr (Chlorcalcium, salpetersaurer Kalk, Fluorcalcium, kohlensaurer Kalk) oder weniger (schwefelsaurer Kalk, Mergel, Bitterkalk) schön **ziegel-** oder **gelbroth**, phosphorsaurer und borsaurer Kalk aber durch ihre Säuren grün.

Baryt hebt die Reaction auf. — Die gelbrothe Leuchtgasflamme (S. 11) geht, durch das grüne Glas betrachtet, in Zeisiggrün über, wenn die in Salzsäure getauchte Probe die letzten Antheile Säure verliert; Empfindlichkeit $^1/_{7000}$ Milligr. nach Merz. Blaues Glas erzeugt eine schwache grüngraue Färbung. — Zur Erkennung von Baryterde neben Strontian- und Kalkerde befeuchtet man die Probe wiederholt mit Schwefelsäure, trocknet vorsichtig und hält sie in den heissesten Theil des Mantels der Leuchtgasflamme (S. 11), um etwaige Alkalien zu verflüchtigen. Nachdem dies geschehen, erscheint die gelbgrüne Barytflamme durch das grüne Glas blaugrün. Sobald das Grün verschwunden, zeigt sich eine gelblichrothe Färbung von Kalk und eine scharlachrothe von Strontian, worauf man die Probe wiederholt mit Salzsäure befeuchtet, noch nass in den heissesten Punct der Flamme bringt und die Salzsäure verdampfen lässt. Beim Aufspritzen, beim Verschwinden der letzten Theile Salzsäure, erscheint die Kalkflamme durch das grüne Glas zeisiggrün und Strontian sehr schwach gelb.

Beispiele.

Beispiele: Chlorcalcium $Ca\ Cl$, salpetersaure Kalkerde $\dot{Ca}\ \dddot{\ddot{N}}$, (Kalkspath) $\dot{Ca}\ \ddot{C}$, (Flussspath) $Ca\ Fl$, (Gyps) $\dot{Ca}\ \dddot{S} + \dot{H}$, Apatit (S. 35), Bitterspath $\dot{Ca}\ \ddot{C} + \dot{Mg}\ \ddot{C}$, Scheelspath $\dot{Ca}\ \dddot{W}$, Wollastonit $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si}^2$, Diopsid $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^3\ \dddot{Si}^2$, Broncit $\dot{Mg}^3\ \dddot{Si}^2 + (\dot{Ca}, \dot{Fe})^3\ \dddot{Si}^2$, Zoisit $\dot{R}^3\ \dddot{Si} + 2\ \dddot{\underset{2}{R}}\ \dddot{Si}$, Datolith (S. 46), (Arragonit) $\dot{Ca}\ \ddot{C}$, (Stilbit) $\dot{Ca}\ \dddot{Si} + \dddot{\underset{2}{Al}}\ \dddot{Si}^3 + 6\ \dot{H}$, (Prehnit) $\dot{Ca}^2\ \dddot{Si} + (\dddot{\underset{2}{Al}}, \dddot{\underset{2}{Fe}})\ \dddot{Si} + \dot{H}$, (Wernerit) $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si} + 3\ \dddot{\underset{2}{Al}}\ \dddot{Si}$.

Talkerde.

24. **Talkerde,** $\dot{Mg}$, verhält sich im Allgemeinen wie Kalkerde, ohne jedoch die Löthrohrflamme zu färben. — **K** ertheilt ihr unter der Abkühlung eine mehr oder weniger intensive **fleischrothe** Färbung, welche bei Gegenwart von Alkalien, Erden und Metalloxyden nicht hervortritt; Kieselerde verhindert die Reaction nicht.

Beispiele.

Beispiele: gebrannte Magnesia, Bittersalz $\dot{Mg}\dddot{S} + 7\dot{H}$, (Magnesit) $\dot{Mg}\ddot{C}$, Nephrit $3(\dot{Ca}, \dot{Fe}, \dot{Mn})^2\dddot{Si} + 4\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$, Strahlstein $\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$, (Pyrop) $(\dot{Mg}, \dot{Ca}, \dot{Mn})^3\dddot{Si} + (\underset{2}{\dddot{Al}}, \underset{2}{\dddot{Fe}})\dddot{Si}$, Serpentin $(2\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}) + 3\dot{Mg}\dot{H}$, Spinell $\dot{Mg}\underset{2}{\dddot{Al}}$, (Talkhydrat) $\dot{Mg}\dot{H}$, (Dolomit) $\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C}$, (Talk) $\dot{Mg}^4\dddot{Si}^3$, (Augit) $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^3\dddot{Si}^2$, (Chrysolith) $(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3\dddot{Si}$.

## Dritte Gruppe. Erden.

Haupt-characktere.

Dieselben sind bei weisser Farbe **unschmelzbar,** ohne Reaction auf geröthetes Lakmuspapier, geben mit Soda **keine klare** Masse, **phosphoresciren** theilweise und können, ausser Thonerde, ohne Zuhülfenahme des nassen Weges nicht erkannt werden.

Thonerde.

25. **Thonerde,** $\underset{2}{\dddot{Al}}$, **B** u. **P** klare Gläser. — **K** färbt die Thonerdeverbindungen, was sehr characteristisch ist, nach dem Erkalten **schön blau.** Alkalien, Eisenoxyd und andere Oxyde verhindern die Entstehung dieser Färbung entweder ganz oder machen sie doch minder schön; auch ist sie nur bei Tageslicht deutlich zu sehen. Borsaure und phosphorsaure Alkalien geben auch mit **K** gefärbte Verbindungen, dieselben sind aber zu Perlen schmelzbar und meist klar.

Beispiele: Alaun $\dot{K}\dddot{S} + \underset{2}{\dddot{Al}}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$, (Korund) $\underset{2}{\dddot{Al}}$, (Aluminit) $\underset{2}{\dddot{Al}}\dddot{S} + 9\dot{H}$, Wawellit (S. 35), Cyanit $\underset{2}{\dddot{Al}}{}^3\dddot{Si}{}^2$, Pyrophyllit $\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 9\underset{2}{\dddot{Al}}\dddot{Si}^2 + 9\dot{H}$, (Topas) (S. 33), (Türkis) $\underset{2}{\dddot{Al}}{}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 5\dot{H}$. Beispiele.

26. **Beryllerde,** $\dot{Be}$. **B** u. **P** geben klare Gläser, welche durch Flattern oder bei völliger Uebersättigung von selbst emailartig werden. Beryllerde.

Beispiele: (Beryll) $\dot{Be}^3\dddot{Si}^2 + \underset{2}{\dddot{Al}}\dddot{Si}^2$, Euklas $2\dot{Be}^3\dddot{Si} + \underset{2}{\dddot{Al}}{}^2\dddot{Si}$, Phenakit $\dot{Be}^3\dddot{Si}$. Beispiele.

27. **Yttererde, Zirkonerde, Terbinerde, Erbinoxyduloxyd** und **Thorerde** verhalten sich wie Beryllerde. Zirkonerde, $\underset{2}{\dddot{Zr}}$, phosphorescirt stark und wird durch **K** schmutzig violett gefärbt. Yttererde, Zirkonerde, etc.

Beispiele: (Gadolinit) $\dddot{Si}, \dot{Y}, \dot{Fe}, \dot{Ce}, \dot{Be}$, Orthit $(\dot{Ce}, \dot{La}, \dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Y}, \dot{Mg})^3\dddot{Si} + (\underset{2}{\dddot{Al}}, \underset{2}{\dddot{Fe}})\dddot{Si} + \dot{H}$, (Zirkon) $\underset{2}{\dddot{Zr}}\dddot{Si}$, Wöhlerit $\dddot{Si}, \underset{2}{\dddot{D}}, \underset{2}{\dddot{Zr}}, \dot{Ca}, \dot{Na}$. Beispiele.

## Vierte Gruppe. Schwere Metalloxyde.

Dieselben werden entweder durch ihr Verhalten auf Kohle und zu Soda, Borax und Phosphorsalz vor dem Löthrohre hinreichend sicher erkannt (Eisen und Nickel in grösseren Mengen, Kobalt, Mangan, Kadmium, Zinn, Zink, Uran, Blei, Wismuth, Kupfer, Quecksilber, Titan, Chrom), oder man muss die Anwendung des Löthrohrs mit dem nassen Wege zweckmässig combiniren (geringe Mengen Eisen und Nickel, Silber, Gold, Molybdänsäure, Wolframsäure, Unterniobsäure), oder es führt nur allein der nasse Weg zum Ziele (Cer, Lanthan, Didym, Tantalsäure, Diansäure). Die meisten Oxyde sind gefärbt. Hauptcharactere.

Eisenoxyd.

28. **Eisenoxyd,** $\dddot{Fe}_2$, **FSO** unveränderlich; Roheisen, namentlich weisses, schmilzt auf Kohle und verbrennt unter lebhaftem Funkensprühen. — **FSR** zu **magnetischem** Eisenoxyduloxyd reducirbar. — **BO** je nach der Grösse des Zusatzes in der Hitze gelb bis dunkelroth, nach dem Erkalten farblos bis dunkelgelb. — **BR** am Platindraht **bouteillengrün,** auf Kohle bei Zinnzusatz **vitriolgrün.** — **PO** und **PR** wie **BO** und **BR**, nur verschwinden die Farben unter der Abkühlung weit mehr. — **S** auf Kohle zu magnetischem Pulver reducirbar, welches hervortritt, wenn man das mit Soda durchdrungene Kohlenstückchen pulvert und die zerkleinte Masse im Achatmörser schlämmt. — Eisenoxydul unterscheidet man von Eisenoxyd nach Chapman dadurch, dass man die Probe einer kupferoxydhaltigen Boraxperle zusetzt. Bei Eisenoxyd wird die Perle blaugrün, bei Oxydul zeigen sich deutlich rothe Flecken von Kupferoxydul.

Beispiele.

Beispiele: Eisenvitriol $\dot{Fe}\dddot{S} + 6\dot{H}$, Berlinerblau (S. 45), Eisenfrischschlacken $\dot{Fe}^3\dddot{Si}$, Bleistein (S. 32), (Arsenkies) $Fe\,S^2 + Fe\,As$, Magnetkies $\overset{I}{Fe}{}^5\,\overset{III}{Fe}_2$, (Schwefelkies) $\overset{II}{Fe}$, Magneteisenstein) $\dot{Fe}\,\dddot{Fe}_2$, (Rotheisenstein) $\dddot{Fe}_2$, (Chromeisenstein) $(\dot{Fe}, \dot{Cr}, \dot{Mg}) + (\dddot{Cr}_2, \dddot{Al}_2)$, (Titaneisen) $x\,\dddot{Ti}_2 + y\,\dddot{Fe}_2$, Grüneisenstein (S. 35), Diadochit $(\dddot{Fe}_2{}^3\,\dddot{P}^2 + 12\,\dot{H}) + 2\,(\dddot{Fe}_2\,\dddot{S}^2 + 12\,\dot{H})$, Spatheisenstein $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, Eisensinter $(\dddot{Fe}_2{}^3\,\dddot{As}^2 + 15\,\dot{H}) + (\dddot{Fe}_2\,\dddot{S} + 15\,\dot{H})$, Wolfram $\dot{Mn}\,\dddot{Wo} + 4\,\dot{Fe}\,\dddot{Wo}$, Almandin $\dot{Fe}^3\,\dddot{Si} + \dddot{Al}_2\,\dddot{Si}$.

29. **Nickeloxydul**, $\dot{Ni}$, **FS** unveränderlich. — **BO** je nach der Grösse des Zusatzes in der Hitze violett oder dunkelgelb bis rothbraun, unter der Abkühlung hellgelb bis **braun**; — Kalisalze, z. B. Salpeter, verwandeln das Braun in Violett. — **BR** anfangs **grau** von fein zertheilten metallischen Nickeltheilchen, welche sich vereinigen, am Platindraht absetzen und dadurch ein **Farbloswerden** des Glases herbeiführen. — **PO** wie **BO**, nur sind die Farben weniger intensiv und mehr gelb. — **PR** wie **BR**, nur gelingt die Reduction am Platindraht schwieriger, leichter auf Kohle bei Zinnzusatz. — **S** auf Kohle zu metallisch glänzenden **magnetischen** Theilen reducirbar, wie Eisen. Nickel-oxydul.

Beispiele: Nickelvitriol $\dot{Ni}\overset{\cdots}{S} + 7\dot{H}$, Nickelspeise $(Ni, Co, Fe)^4 As$, (Kupfernickel) $Ni^2 As$, (Weissnickelkies) $Ni\ As$, Nickelarsenglanz $(Ni, Fe) + (S^2, As)$, Nickelspiessglanzerz $Ni\,S^2 + Ni\,Sb$, (Nickelglanz) $Ni\ S$. Beispiele.

30. **Kobaltoxydul**, $\dot{Co}$, **FS** unveränderlich. — **BO**, **BR**, **PO** und **PR** je nach der Grösse des Zusatzes ein **blaues** durchsichtiges bis schwarzes undurchsichtiges Glas. — **S** auf Kohle zu **magnetischem** Pulver reducirbar. Kobalt-oxydul.

Beipiele: Kobaltoxydul $\dot{Co}$, Smalte $(\dot{K}, \dot{Ca}, \dot{Co})\overset{\cdots}{Si}$, Kobaltspeise $(Ni, Co)^3 As$, (Speiskobalt) $Co\ As$, (Glanzkobalt) $Co\ S^2 + Co\ As$. Beispiele.

31. **Manganoxyd**, $\overset{\cdots}{Mn}_2$, **FS** auf Kohle wird die Farbe heller. — **BO** warm röthlich violett, bei bedeutendem Zusatze schwarz und undurchsichtig, unter der Abkühlung, je nach dem Zusatze, farblos bis **violett**. Durch Zusatz von etwas Salpeter zur heissen Perle, ohne dass man fortbläst, wird die Fär- Mangan-oxyd.

bung befördert. — **BR farblos**, leichter auf Kohle bei Zinnzusatz zu erhalten. — **PO** und **PR** wie **B**, nur sind die Farben schöner, aber lichter, und verschwinden leichter; bei geringem Mangangehalt muss der Probe mit **PO** etwas Salpeter zugesetzt werden, worauf eine schwach rosenrothe bis violette Färbung entsteht. — **S** lässt die geringsten Mengen Mangan erkennen (noch $^1/_{1000}$), wenn man die sehr fein gepulverte Probe dem Volum nach mit 2 Theilen Soda und 1 Theil Salpeter auf dem Platinblech mit der Oxydationsflamme rasch zum Schmelzen bringt. Von gebildetem mangansauren Natron erscheint alsdann die Masse in der Hitze grün, nach dem Erkalten blaugrün (türkisfarben), bei einem Chromgehalt gelbgrün. — Mangansuperoxyd entlässt beim Glühen in der einseitig geschlossenen Glasröhre Sauerstoff (S. 28). — Manganoxyd giebt nach v. Kobell beim Einkochen mit Phosphorsäure bis zur dicken Syrupconsistenz eine schön **violette** Flüssigkeit, welche nach der Verdünnung durch Wasser beim Schütteln mit Eisenvitriolkrystallen sich entfärbt. Ist das Mangan als Oxydul vorhanden, so erscheint die Farbe erst auf Zusatz von Salpetersäure.

Beispiele. Beispiele: Manganvitriol $\dot{Mn}\dddot{S} + 7\dot{H}$, (Braunstein) $\ddot{Mn}$, (Manganblende) $\acute{Mn}$, Franklinit $\dot{Zn}, \dddot{Mn}_2 + 4\dddot{Fe}_2$, Manganspath $\dot{Mn}\ddot{C}$, Mangankiesel $\dot{Mn}\dddot{Si} + 3\dot{H}$, (schwarzer Erdkobalt) $\ddot{Mn}, \dot{Co}, \dot{Cu}, \dot{H}$, Psilomelan $\dddot{Mn}_2, \ddot{Mn}, \dot{Ba}, \dot{K}$.

Ceroxyd. 32. **Ceroxyd**, $\dddot{Ce}_2$, **FS** unveränderlich. — **BO** in der Hitze roth bis dunkelgelb, kalt blassgelb bis farblos und bei gewissem Zusatz emailweiss zu flattern oder es bei Uebersättigung von selbst werdend. —

**BR** farblos bis gelb, bei bedeutendem Zusatz emailweiss. — **PO** und **PR** wie **B**, nur verschwinden die Farben leichter. — **S** unauflöslich. — Cer ist unschmelzbar, leuchtet aber stark. — Nicht zu saure Cerlösungen geben mit Kleesäure einen weissen Niederschlag, welcher beim Glühen im Platinlöffel **ziegel-** oder zimmtfarben wird.

Beispiele: (Cerit) $(\dot{Ce}, \dot{La}, \dot{D})^3 \dddot{Si} + 3 \dot{H}$, Fluocerit *Ce Fl*, Yttrocerit $\dddot{Ce}_2$, $\dot{Y}$, $\dot{Ca}$, *Fl*, Monazit $\dddot{P}$, $\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Th}$, Polykras $\dddot{Zr}_2$, $\dot{Y}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Ce}$ etc. **Beispiele.**

33. **Lanthanoxyd,** $\dot{La}$, **FS** unveränderlich. — **Lanthanoxyd.** **B** und **P** farblos oder je nach der Grösse des Zusatzes weiss zu flattern oder es von selbst werdend. — **S** unauflöslich.

Beispiel: Cerit (S. 61). **Beispiel.**

34. **Didymoxyd,** $\dot{D}$, **FSO** unveränderlich. — **Didymoxyd.** **FSR** aus Grau in Braun übergehend. — **BO** u. **PO** **dunkelamethystfarbig.** — **S** unauflöslich.

Beispiel: Cerit (S. 61). **Beispiel.**

35. **Zinkoxyd,** $\dot{Zn}$, **FSO** auf Kohle unschmelzbar, stark **phosphorescirend,** in der Hitze **gelb,** unter der Abkühlung weiss werdend. — **FSR** verflüchtigt sich langsam und giebt nahe an der Probe einen in der Hitze gelben, nach dem Erkalten weissen Beschlag, der, mit **K** geglüht, schön **zeisiggrün** wird und sich nicht verflüchtigen lässt. — **BO** klares Glas, welches je nach der Grösse des Zusatzes emailweiss geflattert werden kann oder es von selbst wird. — **BR** auf Platindraht erst graulich, dann farblos, auf Kohle wie **FSR**. — **PO** und **PR** wie **B**. Ein Stückchen metallisches Zink in eine auf Kohle schmelzende Phosphorsalzperle gesteckt, veranlasst ein Hervorbrechen von kleinen Flämmchen auf der **Zinkoxyd.**

Oberfläche desselben, welche nach Wöhler von reducirtem Phosphor und wahrscheinlich auch von Phosphorzink herrühren. — **S** wie **FSR**. — Metallisches Zink schmilzt auf Kohle leicht, entzündet sich im Oxydationsfeuer, verbrennt mit grünlich weisser Flamme unter starkem Rauchen und Absetzen eines weissen Beschlages nahe bei der Probe von den oben angegebenen Eigenschaften. — Chlorzink giebt einen weissen flüchtigen Beschlag von Chlorzink und einen weniger flüchtigen, in der Hitze gelben von Zinkoxyd, nachdem vorher Schmelzung eingetreten ist.

Beispiele. Beispiele: Zinkweiss $\dot{Zn}$, Zinkvitriol $\dot{Zn}\dddot{S} + 7\dot{H}$, (Zinkblende) $\acute{Zn}$, (Rothzinkerz) $\dot{Zn}$, (Zinkspath) $\dot{Zn}\ddot{C}$, Willemit $\dot{Zn}^3\dddot{Si}$, zinkische Ofenbrüche.

Kadmiumoxyd. 36. **Kadmiumoxyd**, $\dot{Cd}$, **FSO** auf Platinblech unveränderlich. — **FSR** auf Kohle flüchtig unter Absetzung eines **dunkelgelben** bis **braunrothen**, in dünnen Lagen orangegelben Beschlages, welcher, ziemlich weit von der Probe entfernt, sich mit jeder Flamme **ohne Schein** forttreiben lässt und an seiner äussersten Grenze **taubenhalsig bunt angelaufen** erscheint. — **B** und **P** farblose bis gelbe Perlen, welche je nach ihrer Sättigung milchweiss geflattert werden können oder es von selbst werden. — **S** wie **FSR**. — Metallisches Kadmium schmilzt leicht, brennt im Oxydationsfeuer unter Entzündung mit dunkelgelber Flamme. — Chlorkadmium schmilzt auf Kohle und giebt einen weissen Beschlag von Chlorkadmium und einen braunen von Kadmiumoxyd.

Beispiele. Beispiele: kohlensaures Kadmiumoxyd $\dot{Cd}\ddot{C}$, Schwefelkadmium $\acute{Cd}$, manche Zinkblende und zinkische Ofenbrüche.

37. **Zinnoxyd,** $\ddot{Sn}$, **FSO** unter starker **Phosphorescenz** in der Hitze **gelb**, beim Erkalten gelblich weiss. — **FSR** schwierig zu geschmeidigen Metallkügelchen reducirbar, bei gleichzeitiger Bildung eines Beschlages unmittelbar um die Probe, welcher in der Hitze gelb, beim Erkalten gelblich weiss, mit keiner Flamme zu verflüchtigen ist und mit **K** geglüht **blaugrün** wird. — **B** und **P**, je nach der Grösse des Zusatzes, farblos bis unklar; viel Zinnoxyd erzeugt in einer Phosphorsalzperle ein Scelett. — **S** auf Kohle wie **FSR**, nur energischere Reduction, welche durch einen Zusatz von Cyankalium oder neutralem oxalsauren Kali noch befördert wird. Man erkennt die reducirten Zinntheile, welche eine grüne Kupferoxyd-Boraxperle im Reductionsfeuer gleich roth färben, am besten, wenn man das ganze mit Soda durchdrungene Kohlenstück mit einem Messer aussticht, in einer Achatschale zerreibt und die kohligen Theile mit Wasser wegschlämmt, wobei breitgedrückte Stückchen und **glänzende Flitterchen** von Zinn zurückbleiben. — Durch Cyankalium wird beim Schmelzen in der einseitig geschlossenen Glasröhre Zinnoxydul weniger leicht reducirt, als Zinnoxyd und Zinnchlorür; Schwefelzinn giebt damit ein Schwefelsalz ohne Zinnabscheidung, zum Unterschiede von Schwefelarsen und Schwefelantimon, welche nur einen Theil Schwefelsalz liefern und einen anderen Metall. — Das metallische Zinn schmilzt leicht, überzieht sich im Oxydationsfeuer mit Oxyd, in gutem Reductionsfeuer bekommt das geschmolzene Metall eine blanke Oberfläche und beschlägt die Kohle unmittelbar an der Probe mit Oxyd von obigen Eigenschaften. — Chlorzinn schmilzt auf Kohle, verflüchtigt sich dann und beschlägt die Kohle in einiger Entfernung von der

Zinnoxyd.

Probe weiss; unmittelbar an der Probe bildet sich ein Beschlag von Zinnoxyd.

Beispiele. Beispiele: Zinnoxyd $\ddot{Sn}$, Zinnsalz $Sn\ Cl$, (Zinnkies) $\overset{/}{Cu}{}^2\ \overset{//}{Sn} + (\overset{/}{Fe}, \overset{/}{Zn})^2\ \overset{//}{Sn}$, (Zinnstein) $\ddot{Sn}$, Zinnschlacken.

Uranoxyd. 38. **Uranoxyd,** $\dddot{U}_2$, **FS** auf Kohle zu schwarzem Oxydul reducirbar. — **BO** gelbe Gläser. — **BR** **grüne** Gläser, welche bei einem gewissen Sättigungsgrade schwarz geflattert werden können. — **PO** warm gelbe, kalt gelblich **grüne** bis grüne Gläser. — **PR** warm und kalt **grüne** Gläser. — **S** unlöslich, aber damit in die Kohle gehend, ohne reducirt zu werden.

Beispiele. Beispiele: Uranoxydnatron, (Uranpecherz) $\dot{U}\ \dddot{U}_2$.

Bleioxyd. 39. **Bleioxyd,** $\dot{Pb}$, **FSO** schmilzt auf Platinblech zu einem gelben Glase. — **FSR** wird auf Kohle zu **geschmeidigen,** längere Zeit metallisch glänzend bleibenden Metallkörnern reducirt bei gleichzeitiger Entstehung eines in der Hitze dunkelcitrongelben, unter der Abkühlung **schwefelgelben** Beschlages, welcher mit einem weissen Saum von kohlensaurem Bleioxyd umgeben ist und in der Reductionsflamme mit einem **azurblauen** Scheine, in der Oxydationsflamme ohne Schein seine Stelle verlässt. — **BO** und **PO** farblose bis gelbe Gläser, emailweiss zu flattern oder es von selbst werdend. — **BR** und **PR** graue Gläser, die unter Verflüchtigung von Bleioxyd allmählig klar werden. — **S** auf Kohle wie **FSR**; auf Platindraht in der äussern Flamme zu einem klaren Glase schmelzbar, welches beim Erkalten gelblich und undurchsichtig wird. Cyankalium scheidet beim Schmelzen mit Bleioxyd, Schwefelblei, schwefelsaurem

und phosphorsaurem Bleioxyd mehr oder wenig Blei aus. — Metallisches Blei schmilzt leicht und beschlägt die Kohle im Oxydations- und Reductionsfeuer gelb, indem sich das flüssige Metall in der blauen Flamme mit einem azurblauen Schein umgiebt. — Bleisalze, deren Säure in der blauen Flamme nicht selbst eine intensive Färbung hervorbringen, färben auf Platindraht oder in der Pincette die Spitze dieser Flamme azurblau. — Chlorblei schmilzt in der Glasröhre, wie tellurige Säure, zu Tropfen und ist noch flüchtiger als diese. Auf Kohle giebt dasselbe einen weissen flüchtigen Beschlag von Chlorblei und einen weniger flüchtigen gelben von Bleioxyd. — Schwefelblei giebt auf Kohle in der Oxydations- und Reductionsflamme einen weissen Beschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, welcher in der Reductionsflamme mit bläulichem Scheine verschwindet. Näher der Probe zeigt sich ein gelber Beschlag von Bleioxyd.

Beispiele: Bleiglätte $\dot{Pb}$, Bleiweiss $\dot{Pb}\,\ddot{C}$, (Bleiglanz) $\overset{\prime}{Pb}$, Selenblei $Pb\,Se$, (Bournonit) $\overset{\prime}{Cu}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 2\,\overset{\prime}{Pb}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, Boulangerit $\overset{\prime}{Pb}\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + \overset{\prime}{Pb}$, Blättertellur (S. 34), (Grünbleierz) (S. 35), Rothbleierz $\dot{Pb}\,\dddot{Cr}$, Gelbbleierz $\dot{Pb}\,\dddot{Mo}$, Bleistein (S. 32), Glättfrischschlacke. Beispiele.

40. **Wismuthoxyd**, $\dddot{Bi}_2$, **FSO** auf Platinblech zu einer gelbbraunen Masse schmelzend, die bei starker Hitze das Platin angreift. — **FSR** auf Kohle zu **spröden**, leicht blind werdenden röthlichen Metallkügelchen reducirbar, bei gleichzeitiger Entstehung eines in der Hitze dunkelorangegelben, nach dem Erkalten **citrongelben** Beschlages, welcher sich, **ohne einen Schein zu geben**, von seiner Wismuthoxyd.

Stelle treiben lässt. Der Beschlag ist eben so nahe an der Probe, als der Bleibeschlag, aber näher daran, als der Antimon-, Arsen- und Kadmiumbeschlag. — **BO** farblose bis gelbe Gläser. — **BR** anfangs graue und trübe, dann farblose Gläser. — **PO** farbloses Glas, welches je nach der Grösse des Zusatzes unklar geflattert werden kann oder von selbst emailweiss wird. — **PR** heiss farblose und klare, unter der Abkühlung **schwarzgraue und undurchsichtige** Gläser. — **S** auf Kohle wie **FSR**; von Cyankalium werden Wismuthoxyd und Schwefelwismuth beim Schmelzen in der einseitig geschlossenen Glasröhre vollständig reducirt. — Metallisches Wismuth schmilzt leicht, giebt im Oxydations- und Reductionsfeuer auf Kohle einen gelben, ohne Schein zu verflüchtigenden Beschlag von Wismuthoxyd, welcher mit einem bläulich weissen Beschlag von kohlensaurem Wismuthoxyd umgeben ist. — Wismuthoxyd sublimirt in der offenen Glasröhre und bildet bräunliche Tropfen. — Schwefelwismuth giebt auf Kohle in beiden Feuern einen gelben Beschlag von Wismuthoxyd, welchen ein weisser Beschlag von schwefelsaurem Wismuthoxyd besäumt. Letzterer verschwindet in der Reductionsflamme ohne Schein. — Chlorwismuth schmilzt auf Kohle, giebt dann einen flüchtigeren weissen Beschlag und einen wenig flüchtigen gelben von Wismuthoxyd.

Beispiele. Beispiele: Wismuthoxyd $\dddot{Bi}_2$, basisch salpetersaures Wismuthoxyd $\dddot{Bi}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}_3 + \dot{H}$, (ged. Wismuth), Wismuthglanz $\overset{'''}{Bi}_2$, wismuthhaltige Glätte und Testasche.

Kupferoxyd. 41. **Kupferoxyd**, $\dot{C}u$, **FSO** zur schwarzen Kugel schmelzbar. — **FSR** reducirt sich auf Kohle bei

starker Hitze zu einem **Kupferkorn.** — **BO** und **PO** in der Hitze grüne, beim Erkalten bläulich grüne Gläser. — **BR** und **PR** in der Hitze farblose, unter der Abkühlung **braunrothe** und undurchsichtige Perle, besonders leicht auf Kohle bei Zinnzusatz; bei geringem Wismuth- oder Antimongehalt grau oder schwarz. — **S** wie **FSR**, nur leichter reducirbar. — Kupferoxyd färbt für sich und in Verbindung mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure, Kieselsäure, Essigsäure, Jod und Brom die äussere Flamme smaragdgrün, Chlorkupfer anfangs azurblau, dann aber auch grün von Kupferoxyd. Das Chlorkupfer giebt auf Kohle, je nach der Entfernung von der Probe, verschieden gefärbte Beschläge, dunkelgraue, braune und bläulich weisse. — Die geringste Menge Kupfer im metallischen oder oxydirten Zustande giebt sich zu erkennen, wenn man die mit Salzsäure befeuchtete oder mit Chlorsilber gemengte Probe in die blaue Löthrohrflamme bringt, wobei dieselbe vom flüchtigen Chlorkupfer **azurblau** gefärbt wird.

Beispiele: Kupferoxyd $\dot{Cu}$, Kupfervitriol $\dot{Cu}\,\dddot{S} + 5\,\dot{H}$, Grünspan $\dot{Cu}\,\bar{A} + \dot{H}$, (Kupferglanz) $\overset{\prime}{Cu}_2$, (Buntkupfererz) $\overset{\prime}{Cu}_2^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe}_2$, Fahlerz $(\overset{\prime}{Cu}_2, \overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn}, \overset{\prime}{Hg})^4\,(\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$, (Kupferkies) $\overset{\prime}{Cu}_2\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe}_2$, (Rothkupfererz) $\dot{Cu}_2$, Atakamit (S. 41), Phosphorkupfer (S. 35), (Malachit) $\dot{Cu}^2\,\ddot{C} + \dot{H}$, Lasur $2\,\dot{Cu}\,\ddot{C} + \dot{Cu}\,\dot{H}$, Kieselkupfer $\dot{Cu}^3\,\dddot{Si}^2 + 6\,\dot{H}$, Kupferstein $\overset{\prime}{Cu}_2\,\overset{\prime}{Fe}$, Kupferschlacke. Beispiele.

42. **Quecksilberoxyd,** $\dot{Hg}$, **FS** wird reducirt und verflüchtigt, deshalb auch auf **B** und **P** ohne Reaction. — Quecksilberverbindungen, mit trockner Quecksilberoxyd.

Soda und fettfreier Eisenfeile in der einseitig geschlossenen oder offenen Glasröhre erhitzt, geben an dem kälteren, völlig gereinigten Theil der Röhre **Quecksilbertröpfchen**, wenn man nicht zu wenig von der Probe genommen hat. Lassen sich dieselben mit blossen Augen nicht als solche erkennen, so muss man entweder die Loupe zu Hülfe nehmen, oder den spiegelnden Anflug mit einem Holzstäbchen oder einer Feder gegen die Wände drücken, wodurch sich sichtbare Quecksilberkügelchen bilden. Beim Reiben des Sublimats auf Gold wird dieses weiss. Bei sehr flüchtigen Quecksilberverbindungen muss die Soda und Eisenfeile über die Probe gethan und früher, als letztere, erhitzt werden. Bei Anwendung einer offenen Glasröhre kann man das Gemenge, in dünnes Papier gewickelt, in deren Mitte schieben und bis zum Schmelzen des Glases darauf blasen. — Die geringste Menge Quecksilber findet man, wenn die Probe mit Soda, Eisenfeile oder Kohle in einer kurzen, weiten Glasröhre erhitzt und auf deren offenes Ende ein stets mit Wasser bedeckt gehaltenes Goldschälchen gestellt wird, welches alsdann **weiss** beschlägt. Gold ist empfindlicher als Kupfer. — Chlorquecksilber verflüchtigt sich und beschlägt die Kohle weiss, ohne vorher zu schmelzen.

Beispiele. Beispiele: Quecksilberchlorür $\underset{2}{Hg}\ Cl$, Selenschlamm aus der Oker'schen Schwefelsäurefabrik, (Zinnober) $Hg\ S$, Quecksilberlebererz (Zinnober, Kohle und Erden), Selenquecksilber (S. 33).

Silberoxyd. 43. **Silberoxyd**, $\dot{Ag}$, FS reducirt sich zu glänzenden **Silberkügelchen** und beschlägt die Kohle, wenn man das Korn in einem kräftigen Oxydationsfeuer anhaltend flüssig erhält, schwach **dunkelroth**. Bei einem geringen Gehalt an Blei oder Antimon

entsteht vor dem rothen Beschlag erst ein gelber oder weisser, und ersterer tritt dann um so deutlicher mit ziegel- bis carmoisinrother Farbe hervor. Sind Blei und Antimon zugleich im Silber, so bildet sich ein starker carmoisinrother Beschlag. — **BO** milchweisse oder opalartige Gläser. — **BR** erst grau, dann farblos. — **PO** gelbe bis **opalartige** Gläser mit röthlichem Feuerschein. — **PR** wie **BR**, nur reducirt sich leichter Silber und greift den Platindraht an. — **S** wie **FS**. Manche Silberverbindungen geben mit Soda auf Kohle ein Silberkorn (Antimon-, Arsen-, Schwefelsilber), andere (z. B. silberhaltige Kupfererze) müssen zuvor mit Borax und Blei zusammengeschmolzen und wie bei quantitativen Löthrohrproben cupellirt werden.

B e i s p i e l e: Höllenstein $\dot{Ag}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{N}$, Chlorsilber $Ag\,Cl$, (g e d. S i l b e r), G l a s e r z $\overset{I}{Ag}$, S p r ö d g l a s e r z $\overset{I}{Ag}{}^6\,\overset{III}{Sb}$, P o l y b a s i t $(\overset{I}{Cu}_2, \overset{I}{Ag})^9\,(\overset{III}{Sb}, \overset{III}{As})$, (R o t h g i l t i g e r z) $\overset{I}{Ag}{}^3\,(\overset{III}{Sb}, \overset{III}{As})$. Beispiele.

44. **Platin**, **Palladium**, **Iridium**, **Rhodium**, **Ruthenium** und **Gold** geben keine characteristischen Reactionen vor dem Löthrohre. P l a t i n als sehr feiner Draht und dünnes Blech schmilzt in der Löthrohrflamme; P a l l a d i u m giebt, mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, ein gelbes Salz, schmilzt auch mit Schwefel auf Kohle in der Reductionsflamme, verliert denselben aber in der Oxydationsflamme wieder; R h o d i u m, mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, giebt eine in der Kälte gelbe Doppelverbindung, R u t h e n i u m beim Schmelzen mit Salpeter schön orangegelbes lösliches ruthensaures Kali, durch Säuren in Sauerstoff und schwarzes Oxyd zerlegbar. Platin etc.

Beispiele. **Beispiele:** Platinrückstände, (gediegen Gold), (gediegen Platin), (Osmiridium).

Osmiumoxyd. 45. **Osmiumoxyd,** $\ddot{O}s$, giebt, mit Salpeter in der offenen Glasröhre erhitzt, flüchtige Osmiumsäure, welche an ihrem unangenehmen, stechenden und zu Thränen reizenden **Geruch** zu erkennen ist und sich zu Tropfen condensirt. — Osmium macht, auf Platinblech in der Weingeistflamme erhitzt, dieselbe so leuchtend, als ob reines ölbildendes Gas verbrennt; dabei steigt dampfförmige Osmiumsäure auf.

Beispiele. **Beispiele:** Platinrückstände.

Molybdänsäure. 46. **Molybdänsäure,** $\dddot{Mo}$, **FSO** auf Kohle schmilzt, verflüchtigt sich und giebt einen in der Hitze gelben, unter der Abkühlung weissen **krystallinischen** und pulverigen Beschlag, welcher — unter Hinterlassung einer dunkel kupferrothen und metallisch glänzenden Stelle von zurückgebliebenem feuerbeständigen Molybdänoxyd — sich mit jeder Löthrohrflamme vertreiben lässt. — **FSR** zieht sich in die Kohle und wird zu metallischem, ausschlämmbaren Pulver reducirt. — **BO** heiss gelb bis dunkelroth, kalt farblos bis opalartig und emailbläulichgrau, bei viel Zusatz schwarz. — **BR braun** bis undurchsichtig. — **PO** heiss gelbgrün bis dunkelgrün, kalt farblos bis **grün,** letztere Färbung schön auf Kohle. — **PR** heiss schmutzig dunkelgrün, kalt schön **grün,** namentlich bei Zinnzusatz. — **S** auf Platindraht im Oxydationsfeuer zu einem klaren Glase auflöslich, welches unter der Abkühlung milchweiss wird. Im Reductionsfeuer auf Kohle wird das molybdänsaure Natron von der Kohle eingesogen und ein Theil der Molybdänsäure zu Metall reducirt, welcher durch Abschlämmen als stahlgraues Pulver erhalten werden kann. — **Metallisches Molybdän**

giebt in **O** auf Kohle obigen Beschlag und ist in **R** unveränderlich. — Molybdänsaures Molybdänoxyd und Schwefelmolybdän färben, mit Salzsäure befeuchtet, die blaue Flamme, ähnlich wie Baryt, gelblich grün. — Geringe Mengen Molybdänsäure entdeckt man, wenn man die Probe im Platinlöffel mit Salpeter schmilzt, das dabei gebildete molybdänsaure Kali mit heissem Wasser auszieht, durch Zusatz von Salzsäure die Molybdänsäure ausscheidet und nach dem Austreiben der Salpetersäure durch Kochen in die noch warme Flüssigkeit ein blankes Kupferblech stellt. Es entsteht alsdann **blaues** molybdänsaures Molybdänoxyd. Eine dunkelblaue Flüssigkeit bildet sich ebenfalls, wenn man die Probe mit Phosphorsäure bis zum anfangenden Verflüchtigen derselben einkocht und in die abgekühlte, mit etwa dem 4fachen Volum Wasser versetzte Lösung wenig Eisenpulver einrührt; bei viel Eisenpulver bildet sich eine olivengrüne Lösung. Noch einfacher lässt sich diese blaue Färbung dadurch hervorrufen, dass man die Probe mit concentrirter Schwefelsäure in einer Porzellanschale erhitzt, Weingeist zusetzt und erkalten lässt. — Durch Schmelzen mit Salpeter und Auslaugen mit Wasser erhaltenes molybdänsaures Kali giebt unter Zusatz von phosphorsaurem Natron und Ammoniak beim Uebersättigen mit Salpetersäure einen **gelben** Niederschlag.

Beispiele: Molybdänsäure $\dddot{Mo}$, (Molybdänglanz) $\overset{\prime\prime}{Mo}$, Gelbbleierz $\dot{Pb}\,\dddot{Mo}$, Molybdänocher $\dddot{Mo}$. Beispiele.

47. **Wolframsäure,** $\dddot{W}$, **FSO** unveränderlich. — **FSR** wird schwarz. — **BO** farbloses bis gelblich- Wolframsäure.

braunes Glas (bei starker Sättigung), welches je nach dem Zusatz emailweiss geflattert werden kann, oder es von selbst wird. — **BR** farblos bis gelblich braun, letztere Farbe namentlich mit Zinn auf Kohle. — **PO** farblose bis gelbe Gläser. — **PR** heiss schmutzig grünes und kalt **blaues** Glas, bei Zusatz von Eisenoxyd heiss gelb und kalt **blutroth**, bei Zinnzusatz, je nach der Sättigung mit Eisenoxyd, blau bis grün. Bei zu langem Blasen leidet die Reinheit der blauen Farbe. — **S** am Platindraht heiss ein klares dunkelgelbes Glas, kalt unklar; auf Kohle mit wenig Soda reducirbar, mit viel Soda unter Eindringen in die Kohle gelbes metallisch glänzendes Wolframoxyd-Natron bildend. — Wolframarme Substanzen schmilzt man mit dem 5fachen Soda auf Platinblech, zieht das gebildete wolframsaure Natron mit viel heissem Wasser aus und versetzt die Lösung mit Salpetersäure; es scheidet sich dann weisse natronhaltige Wolframsäure aus, welche beim Erhitzen gelb wird. Digerirt man den gelben Niederschlag oder eine wolframhaltige Substanz mit Salzsäure, stellt in die Lösung einen Zinnstab und erwärmt sie, so bildet sich **blaues** wolframsaures Wolframoxyd. Dieselbe blaue Flüssigkeit entsteht, wenn man die Probe mit concentrirter Phosphorsäure stark eindampft und wenig Wasser und Eisenpulver in die noch warme Lösung rührt. Ein Ueberschuss von Eisen verändert die Farbe, wie bei Molybdänsäure, nicht.

Beispiele. Beispiele: Wolframsäure $\dddot{W}$, (Wolfram) $\dot{Mn}\,\dddot{W} + 4\,\dot{Fe}\,\dddot{W}$, (Scheelit) $\dot{Ca}\,\dddot{W}$, Stolzit $\dot{Pb}\,\dddot{W}$.

Vanadinsäure. 48. **Vanadinsäure**, $\dddot{V}$, **FS** schmilzt zu einer braunen Flüssigkeit, zieht sich theilweise in die Kohle, theilweise bleibt ein graphitähnlicher, aus Suboxyd bestehender Rückstand. — **BO** farblos bis

gelb. — **BR** heiss bräunlich, kalt schön **smaragdgrün**. — **P** wie **B**. — **S** schmilzt und zieht sich in die Kohle. — Die angesäuerte Lösung eines vanadinsauren Alkali's, mit ozonisirtem Aether geschüttelt, nimmt nach Werther eine **rothe** Farbe an, selbst noch bei Anwesenheit von $^1/_{40000}$ Vanadinsäure.

Beispiele: Vanadinsäure $\dddot{V}$, manche Eisensteine, Beispiele z. B. von Haverlah am Harze, Eusynchit $\dot{Pb}\ \dddot{V} + \dot{Pb}\ \ddot{V}$, (Vanadinbleierz) $\dot{Pb}^3\ \dddot{V}$ mit Chlorblei, Dechenit $\dddot{V}$, $\dddot{As}$, $\dot{Pb}$, $\dot{Zn}$.

49. **Chromoxyd**, $\dddot{\underset{2}{Cr}}$, **FS** unveränderlich. — **BO** Chromoxyd. warm gelbe bis dunkelrothe, kalt gelbgrüne bis rein **grüne** Gläser, schwer löslich. — **BR** schön **smaragdgrün**. — **PO** warm schmutzig **grün**, kalt schön **grün**. — **PR** etwas dunkler, als **PO**. — **SO** heiss dunkel braungelb, kalt undurchsichtig gelb von chromsaurem Kali. — **SR** undurchsichtig grün. — Chromsaure Salze geben, mit Chlornatrium und saurem schwefelsauren Kali in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt, schön rothe Dämpfe von chromsaurem Chromsuperchlorid, welche sich zu einer Flüssigkeit condensiren. — Chromsaure Verbindungen, mit Schwefelsäure befeuchtet und rasch in den Saum der Flamme gebracht, erzeugen eine dunkelbraunrothe Saumfarbe (S. 11), an welche sich eine rosenrothe Mantelfarbe schliesst. Empfindlichkeit nach Merz $^1/_{1000}$ Milligr. — Ozonisirter Aether färbt die Lösung eines angesäuerten chromsauren Salzes, zum Unterschied von Vanadinsäure, **blau**. Enthält eine Lösung sowohl von Vanadin- als Chromsäure je $^1/_{10000}$, so erkennt man erstere noch deutlich an der rothen Farbe; steigert man die

Chromsäure bis auf $^1/_{2000}$, so ist die wässerige Lösung roth und der Aether blau. — Chromverbindungen, mit Phosphorsäure eingedampft, geben smaragdgrüne Lösungen.

Beispiele. Beispiele: Chromsaures Kali $\dot{K}\dddot{Cr}$, Chromgelb $\dot{Pb}\dddot{Cr}$, (Chromeisenstein) (S. 58), Chromsaures Bleioxyd als Krokoit $\dot{Pb}\dddot{Cr}$ und Phönicit $\dot{Pb}^3\dddot{Cr}$.

Titansäure. 50. **Titansäure,** $\ddot{Ti}$, **FS** heiss gelb, kalt weiss. — **BO** je nach der Grösse des Zusatzes farblos, emailweiss zu flattern oder es von selbst werdend. — **BR** gelb bis emailblau. — **PO** heiss gelb, kalt farblos. — **PR violettes** Glas; bei einem Eisengehalt, der sich aber durch Zinnzusatz wieder wegschaffen lässt, **blutroth.** Setzt man die amethystfarbene Perle einen Augenblick der Spitze der Oxydationsflamme aus, so wird sie mit schwach bläulicher Färbung opak, indem sich Titansäure bildet und zum Theil ausscheidet. Bei Anwesenheit von Baryterde zeigt sich nach Chapmann letztere Reaction nicht, es tritt selbst bei einer geringen Menge von Baryterde weder eine Fällung von Titansäure ein, noch Durchscheinheit. Strontianerde, in viel grösserer Menge vorhanden, wirkt wie Baryterde. — **S** heiss klar und dunkelgelb, kalt weissgrau oder grau und beim Erkalten von selbst wieder aufglühend. — **K** gelblich grüne Masse. — Schmilzt man eine titanhaltige Substanz mit dem 6—8fachen saurem schwefelsauren Kali im Platinlöffel, zieht das Lösliche mit warmem, nicht kochendem Wasser aus, filtrirt, setzt zum Filtrat einige Tropfen Salpetersäure und kocht, so scheidet sich weisse Titansäure ab, welche in **PR** ein violettes Glas giebt. — Die

titanhaltige Substanz, wenn sie sich nicht direct in Salzsäure löst, wird mit Kalihydrat geschmolzen, ausgelaugt, die Lösung mit Salzsäure übersättigt und mit Staniol eingedampft, wobei eine **violette Farbe** hervortritt, welche beim Verdünnen mit Wasser rosaroth wird.

Beispiele: Anatas, Arkansit und (Rutil) $\ddot{Ti}$, Sphen $\dot{Ca}^3 \dddot{Si}^4 + 3\,\dot{Ca}\,\ddot{Ti}^2$, Yttrotitanit $\dot{Ca}, \dot{Y}, \dddot{Al}_2$, $\dddot{Si}, \ddot{Ti}$, Warwickit $\dddot{B}, \ddot{Ti}, \dot{Mg}, \dot{Fe}$, Schorlamit $\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \dddot{Fe}_2 \dddot{Si} + \dot{Ca}\,\ddot{Ti}^2$, Tschewkinit $\dot{Ce}, \dot{Fe}, \ddot{Ti}, \dddot{Si}$, Mosandrit $\dot{Ce}, \dot{Ca}, \dot{Na}, \dddot{Si}, \ddot{Ti}, \dot{H}$, Perowskit $\dot{Ca}\,\ddot{Ti}$, (Titaneisen) $\dddot{Fe}_2\,\dddot{Ti}_2$. Beispiele.

51. **Tantalsäure**, $\ddot{Ta}$, **FS** heiss und kalt weiss. Tantalsäure. — **BO** und **BR**, je nach der Grösse des Zusatzes farblose Gläser, emailweiss zu flattern oder es von selbst werdend. — **PO** und **PR** heiss gelblich, kalt farblos, auch bei Zusatz von Eisenvitriol nicht blutroth (Unterschied von Wolfram- und Titansäure). — **S** schmilzt und zieht sich in die Kohle, ohne reducirt zu werden. — **K** heiss hellgrau, kalt röthlich. — Mit Aetzkali auf dem Silberblech geschmolzen, in heissem Wasser gelöst und die Lösung mit Salzsäure neutralisirt, so entsteht ein Niederschlag, welcher, mit verdünnter Schwefelsäure zum Kochen erhitzt, weiss und auf Zusatz von Zink zur heissen Flüssigkeit undeutlich **lichtblau** wird, bei Zusatz von Wasser aber, ohne in Braun überzugehen, **die Farbe schnell verliert,** während der ähnliche Niederschlag von Unterniobsäure tief smalteblau ist, braun wird und bei Zusatz von Wasser diese Farbe ziemlich lange behält. — Tantalsaure Verbindungen lassen sich durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali aufschliessen; die geschmolzene Masse,

mit Wasser behandelt, giebt eine Auflösung der Basen, während die Tantalsäure unlöslich zurückbleibt. Wird dieselbe dann mit 4 Theilen kohlensaurem Kali und 1 Theil Salpeter geschmolzen, in heissem Wasser gelöst und die Lösung mit Salzsäure und Galläpfeltinctur versetzt, so entsteht ein hellgelber Niederschlag, während der entsprechende Niederschlag von Unterniobsäure eine orangerothe Farbe hat.

Beispiele. Beispiele: Tantalsäure $\ddot{Ta}$, (Tantalit) und Niobit $\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Ta}_2$, $\dddot{Nb}_2$, $\dddot{W}$, $\ddot{Sn}$, (Yttertantal) ($\dot{Ca}$, $\dot{Y}$, $\dot{Fe}$)$^3$ ($\dddot{Ta}_2$, $\dddot{W}$), Polykras $\ddot{Ta}$, $\dot{Y}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Ce}$ etc.

Unterniobsäure. 52. **Unterniobsäure** *), $\dddot{Nb}_2$ (früher Pelopsäure), **FS** heiss gelb, kalt weiss. — **BO** wie Tantalsäure. — **BR** klar, trübe bis unklar bläulichgrau, je nach der Grösse des Zusatzes. — **PO** farblos. — **PR** **violett** bis **blau,** bei Zusatz von Eisenvitriol **blutroth,** von Eisenoxyd hellgelb. — **K** heiss grau, kalt schmutzig grün, bei starker Hitze nach der Abkühlung dunkel bläulichgrau. — Mit Aetzkali geschmolzen und die geschmolzene Masse mit Wasser ausgelaugt, entsteht eine Lösung von unterniobsaurem Kali, aus welcher durch nicht zu viel Salzsäure in der Kälte Unterniobsäurehydrat ausgefällt wird. Setzt man Zink und etwas Schwefelsäure hinzu, so färbt sich während der Wasserstoffentwickelung die Unterniobsäure tief **smalteblau** und dann **braun,** nach längerer Zeit wieder weiss. — Unterniobsaure Verbindungen lassen sich wie tantalsaure durch saures schwefelsaures Kali aufschliessen.

---

*) Niob- und Pelopsäure sind nach Rose Oxyde desselben, als Niobium bezeichneten Metalles, welche aber vor dem Löthrohre sowohl, als sonst ein verschiedenes Verhalten zeigen. (Pogg. Ann. Bd. 90 S. 471; Bd. 107 S. 409.)

**Niobsäure**, $\ddot{Nb}$ (die frühere Niobsäure), **FS** heiss gelb, kalt weiss. — **BO** wie Tantalsäure. — **BR** unklares, graulich weisses Glas. — **PO** farbloses Glas. — **PR braun**, leicht auf Kohle zu erhalten, bei Zusatz von Eisenvitriol **blutroth**. — **K** hellgrüne Färbung. — Verhalten zu Aetzkali etc. wie Unterniobsäure. Niobsäure.

Beispiele: Niobit (Columbit) $\dot{Mn}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Ta}_2$, $\dddot{Nb}_2$, Beispiele. $\dddot{W}$, $\ddot{Sn}$.

53. **Diansäure**, $\dddot{D}_2$, (von v. Kobell entdeckt Diansäure. und von der Unterniobsäure unterschieden), giebt mit Kalihydrat auf Silberblech geschmolzen, mit Wasser ausgelaugt und filtrirt, eine grüne Lösung, aus welcher sich bei der Neutralisation mit Salzsäure ein weisser Niederschlag abscheidet. Mit rauchender Salzsäure und Staniol einige Minuten gekocht, dann mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, löst sich derselbe mit **saphirblauer** Farbe auf, die Lösung färbt sich an der Luft olivengrün und bleicht nach und nach. Wird das ähnliche Präcipitat von Tantal- und Unterniobsäure ebenso behandelt, so bleiben beide ungelöst und die Flüssigkeit filtrirt farblos.

Beispiele: Samarskit $\dddot{D}_2$, $\dot{Fe}$, $\dddot{U}_2$, $\dot{Y}$, Dianit $\dddot{D}_2$, Beispiele. $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$..., Wöhlerit $\dddot{Si}$, $\dddot{D}_2$, $\dddot{Zr}_2$, $\dot{Ca}$, $\dot{Na}$, Aeschinit und Euxenit, diansaure Verbindungen von $\dddot{Zr}_2$, $\dot{Ce}$, $\dot{Y}$, $\dot{La}$, $\dot{Ca}$ etc.

## 5. Kapitel.

# Qualitative Löthrohruntersuchungen von zusammengesetzten Verbindungen.

Schwierigkeit derartiger Untersuchungen.

Es ist nicht immer möglich, in einer zusammengesetzten Verbindung alle Bestandtheile mittelst des Löthrohrs nachzuweisen, weil oft mehrere derselben gleichzeitig ähnliche Wirkungen auf Reagentien ausüben, auch die Trennung derselben durch Reduction oder Verflüchtigung zu unvollständig bleibt. Zuweilen lässt sich auch nicht einmal der Verbindungszustand nachweisen, in welchem ein Bestandtheil in einer Verbindung sich findet.

Nichtsdestoweniger ist man jedoch bei einiger Uebung in manchen Fällen im Stande, mehrere Bestandtheile einer Verbindung um so sicherer neben einander zu erkennen, je abweichender ihr Verhalten hinsichtlich der Reducirbarkeit, Flüchtigkeit und der Färbung von Borax- und Phosphorsalzperlen ist. Letztere sind entweder von einem stark tingirenden Metalloxyde vorwaltend gefärbt und die Färbung der übrigen tritt zurück oder es tritt eine Combination verschiedener Farben ein, modificirt durch das relative Verhältniss der anwesenden Oxyde, z. B. aus Blau und Gelb Grün.

### Beispiele.

Beispiele.

I. Eisen- und Nickeloxydul. Die in **BO** geschmolzene Probe wird auf Kohle in **R** behandelt, wobei sich metallisches Nickel abscheidet, während sich das Glas von Eisen grün färbt.

II. Eisen- und Kobaltoxydul. Das in **BO** erhaltene blaue Glas wird am Platindraht stark mit

**B** verdünnt und einem kräftigen **O** ausgesetzt. Ist neben Kobalt nur eine Spur Eisen vorhanden, so wird das Glas in der Wärme grün, unter der Abkühlung blau; wenn viel Eisen, resp. dunkelgrün und schön grün.

III. Eisen- und Manganoxydul geben mit **BO** ein violettes Glas mit viel Roth; beim Behandeln in einem guten **R** auf Kohle mit Zinn verschwindet die Manganfärbung und es tritt die grüne Eisenfärbung hervor, wenn man die Perle durch Abschlagen rasch abkühlt. Bei stark vorwaltendem Eisenoxydgehalt erscheint die Perle in **BO** blutroth in der Hitze und nach kurzem Reductionsfeuer gelb.

IV. Eisen- und Uranoxyd. Die Substanz wird mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, mit Wasser schwefelsaures Eisen- und Uranoxyd ausgezogen und zu dieser Lösung kohlensaures Ammoniak gesetzt, wobei Eisenoxydhydrat ausgeschieden wird, während das Uran in Lösung bleibt und erst beim Kochen derselben als gelbes Oxyd gefällt wird, welches characteristische Reactionen giebt.

V. Eisen- und Kupferoxyd. Die Probe wird mit **BO** am Platindraht behandelt, wobei eine grüne, aus dem Gelb des Eisenoxyds und dem Blau des Kupferoxyds gemischte Farbe entsteht. Man stösst die Perle ab und erhitzt sie längere Zeit auf Kohle in **R**, so scheidet sich das Kupfer metallisch aus und die Perle nimmt die grüne Eisenfarbe an. Bei geringem Kupfergehalte schmilzt man die Probe mit etwas **B**, **S** und Kornblei in **R**, behandelt das entstandene Metallkorn mit Borsäure in **O** und untersucht es dann weiter mit **P** und Zinn auf Kupfer. Wird die Probe mit **S** auf Kohle einem reducirenden Schmelzen ausgesetzt, so bekommt man besonders

dere Reguli von Kupfer und Eisen. Letzteres lässt sich mit dem Magnete ausziehen.

VI. Eisen- und Chromoxyd. Man schmilzt die Substanz mit **SR** auf Kohle. Aus letzterer lässt sich dann metallisches Eisen ausschlämmen, während der Rückstand mit Salpeter geschmolzen Chromreaction zeigt.

VII. Mangan und Chrom. Man schmilzt mit Soda und Salpeter, zieht die Masse mit Wasser aus, setzt einige Tropfen Alkali hinzu und scheidet unter Erhitzen Manganoxyd ab. Nach dem Filtriren kocht man das Filtrat mit Salzsäure und Weingeist und fällt gebildetes Chromoxyd durch Sodalösung aus. Beide Präcipitate lassen sich dann vor dem Löthrohre weiter untersuchen.

VIII. Eisenoxyd und Titansäure. Mit **BO** und **PO** kommt die Eisenfarbe zum Vorschein; mit **PR** wird die Perle blutroth, auf Kohle mit Zinn, bei nicht zu geringem Titangehalte, violett.

IX. Nickel- und Kobaltoxyd. Mit **PO** in der Hitze dunkelviolett, unter der Abkühlung schmutzig grün; mit **PR** am Platindraht oder mit Zinn auf Kohle blau von Kobaltoxyd, indem sich metallisches Nickel ausscheidet. — Bei einem geringen Nickelgehalt löst man viel Probesubstanz in **BO** zu 2—3 ganz dunkel gefärbten, undurchsichtigen Perlen auf, stösst dieselben vom Platindraht ab und behandelt sie auf Kohle mit einem 50—80 Milligr. schweren Goldkörnchen anhaltend im guten Reductionsfeuer, wobei sich das Nickeloxyd, wohl mit geringen Mengen Kobalt, reducirt und ins Goldkorn geht. Dieses giebt dann mit **PO** entweder sogleich die reine Nickelfärbung oder eine in der Hitze dunkelviolette, unter der Abkühlung schmutzig grüne von Kobalt- und Nickeloxyd zusammen, welche sich aber in die

reine Nickelfärbung umwandelt, wenn man das Korn mit einer zweiten Phosphorsalzperle im Oxydationsfeuer behandelt. Sind gleichzeitig Mangan- und Eisenoxyd vorhanden, so stören sie diese Reaction nicht und man kann dieselbe zur Erkennung des Nickels in diesen beiden Oxyden benutzen. Enthält die Probe auch Kupferoxyd, so reducirt sich Kupfer und geht mit dem Nickel ins Goldkorn. Letzteres giebt dann mit **PO** in der Wärme und unter der Abkühlung eine grüne, mit **PR** unter Zinnzusatz eine undurchsichtige rothe Perle; bei Abwesenheit von Nickel würde das Glas mit **PO** unter der Abkühlung blau werden. — Arsen in Nickel und Kobalt lässt sich in kleinen Mengen oft erst dann durch den Geruch erkennen, wenn man die Verbindung auf Kohle mit etwas Blei in **O** zusammenschmilzt.

X. Eisen-, Kobalt- und Manganoxydul geben mit **BO** ein mehr oder weniger dunkelviolettes Glas (Mangan), welches in **R** in der Hitze grün, unter der Abkühlung blau wird (II.).

XI. Eisen-, Nickel-, Kobalt-, Mangan- und Kupferoxyd. Man erhitzt die Probe mit Arsen oder arsensaurem Kali und behandelt die gebildeten Arsenmetalle mit **BO**, so entsteht bei öfterem Erneuern des **B** zuerst eine gelbgrüne Färbung von Eisen, dann eine blaue von Kobalt, dann eine braune von Nickel und endlich eine rothe von Kupfer. — Ferner behandelt man die mit **BO** geschmolzene Probe im **R**, so scheidet sich metallisches Nickel und Kupfer ab, während Eisen-, Kobalt- und Manganoxyd im Glase gelöst bleiben und nach X. weiter unterschieden werden. Das nickelhaltige Kupferkorn wird anfangs, um alles Eisen und Kobalt daraus zu entfernen, entweder mit einem

Goldkorn (IX.) oder mit etwas Borsäure und Blei in **O** behandelt, dann mit **PO**, wobei die Perle in der Hitze dunkelgrün und beim Erkalten schön grün wird, welche Farbe aus dem lichten Braun des Nickeloxyduls und dem Blau des Kupferoxyds zusammengesetzt ist.

XII. Zink- und Kadmiumoxyd. Beim Erhitzen der Probe mit **S** auf Kohle erscheint zuerst der braune Kadmiumbeschlag, dann erst der Zinkbeschlag.

XIII. Zink- und Bleioxyd. Mit **S** auf Kohle erhitzt giebt die Probe einen gelben Bleibeschlag, welcher den weissen Zinkbeschlag verdeckt; befeuchtet man denselben aber mit **K** und glüht ihn in **O** vorsichtig durch, so wird das Bleioxyd durch die glühende Kohle reducirt und mit azurblauem Scheine verflüchtigt, während der Zinkbeschlag nach dem Erkalten mit schön grüner Farbe zum Vorschein kommt.

XIV. Blei- und Wismuthoxyd. Man erzeugt sich auf Kohle einen starken gelben Beschlag, schabt diesen vorsichtig mit einem Messer ab, löst ihn in **O** auf Platindraht in **P** auf und behandelt die entstandene farblose Perle auf Kohle mit Zinn in **R**. Bei einem Wismuthgehalt wird das Glas grau. (Antimon verhält sich ebenso.) Beim Anblasen des gelben Beschlages auf Kohle mit der Reductionsflamme verändert er, was einen Bleigehalt andeutet, seine Stelle mit azurblauem Scheine. Ist neben Wismuth Antimon vorhanden, so muss letzteres auf Kohle in **O** vollständig verflüchtigt, der Rückstand auf einem andern Stück Kohle erhitzt und der Beschlag in obiger Weise geprüft werden.

XV. Blei- und Antimonoxyd. Beim Erhitzen der Probe mit Borsäure auf Kohle in **R** entsteht

ein weisser Antimonbeschlag, während das Bleioxyd aufgelöst wird; ohne Borsäure mit Soda in **R** erhitzt, erfolgt ein gelber Bleibeschlag, der aber von dem Antimonbeschlag in der Hitze orangegelb, unter der Abkühlung citrongelb erscheint.

XVI. Blei- und Zinnoxyd. Beim Erhitzen der Probe mit **BR** auf Kohle entsteht neben dem weissen Zinnbeschlag ein gelber Bleibeschlag, welcher letzterer sich mit azurblauem Scheine von seiner Stelle vertreiben lässt, ersterer aber nicht.

XVII. Blei-, Antimon-, Wismuth- und Kupferoxyd. Behandelt man die Probe mit Borsäure auf Kohle, so entsteht ein Antimonbeschlag, Blei und Wismuth verschlacken sich und Kupfer bleibt regulinisch zurück. Die Schlacke wird entweder mit **SR** geschmolzen und der dabei entstandene Beschlag nach XIV. geprüft, oder im Platinlöffel mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, die geschmolzene Masse mit heissem Wasser ausgesüsst, dann zur Weglösung des basischen Wismuthsalzes vom schwefelsauren Bleioxyd mit einigen Tropfen Schwefel- oder Salpetersäure versetzt und filtrirt. Der Rückstand, schwefelsaures Bleioxyd, wird mit Soda auf Blei behandelt, aus dem Filtrat durch Phosphorsalz das Wismuthoxyd abgeschieden und mit **PR** geprüft.

XVIII. Eisen-, Kupfer-, Nickel-, Kobalt-, Mangan-, Blei-, Zink-, Zinn-, Wismuth- und Antimonoxyd. Die Probe wird auf Kohle mit **B** anfangs in **O**, dann in **R** behandelt, so verflüchtigen sich die fünf letzten Metalle, während die fünf ersteren theils reducirt werden, theils in der Schlacke aufgelöst bleiben.

XIX. Zinn- und Eisenoxyd. Beim Erhitzen

mit **BO** im Platindraht entsteht Eisenfärbung; mit **SR** auf Kohle erzeugen sich Zinnkügelchen.

XX. Zinnoxyd und Wolframsäure. Man behandelt die Probe mit Königswasser und prüft die zurückbleibende ausgewässerte Wolframsäure mit **PR**. Das Zinn wird mit Soda auf Kohle erkannt.

XXI. Kupfer- und Zinnoxyd. Man schmilzt die Probe mit 2 Soda, 1 Borax und $^1/_3$ Kieselerde auf Kohle und prüft das zurückbleibende Körnchen mit **P** und Zinn auf Kupfer in **R**; oder man erhält die Probe auf Kohle neben einer Phosphorsalzperle eine Zeit lang in **O** flüssig, so tritt Kupferoxydul in dieselbe hinein und färbt sie roth.

XXII. Silber-, Kupfer-, Nickel-, Kobalt-, Antimon-, Arsen-, Blei- und Wismuthoxyd. Man erhitzt die Probe mit **S** auf Kohle, behandelt die entstandene Legirung für sich längere Zeit auf Kohle, so werden letztere 4 Metalle verflüchtigt, Kupfer, Nickel und Kobalt aber nach IX. geschieden. Einen Silbergehalt weist man am besten durch Abtreiben der Probe mit etwas Blei auf Knochenasche nach.

XXIII. Silber und Gold. Behandelt man die Legirung mit **PO** auf Kohle, so oxydirt sich Silber, lösst sich in **P** mit opalartigem Scheine auf und reducirt sich, wenn die Glasperle vom Goldkorne getrennt für sich auf Kohle in **R** erhitzt wird, zu einem Körnchen. Enthält das Gold- und Silberkorn 25 $^0/_0$ Gold oder weniger, so löst sich das Silber unter Zurücklassung von braunem schwammförmigen Gold auf; ist mehr Gold vorhanden, so wird das Korn schwarz, ohne dass sich viel Silber löst; sind Gold- und Silbergehalt nahe gleich, so bleibt das Korn weiss. Bei hohem Goldgehalte ist dasselbe mehr oder weniger gelb gefärbt. — Antimon,

Quecksilber, Tellur werden durch Erhitzen vom Golde entfernt, Blei durch Kupellation.

XXIV. Gold, Silber, Kupfer. Man treibt die Legirung mit etwas Blei auf Knochenmehl ab, erkennt dabei das Kupfer an der grünlichen Färbung des Knochenmehls und unterscheidet Silber und Gold nach XXIII.

XXV. Kupfer-, Antimon- und Zinnoxyd. Man behandelt die Probe mit Soda auf Kohle und schmilzt die abgeschlämmten Metallkügelchen mit etwas Blei und verglaster Borsäure in R zusammen, so verflüchtigt sich das Antimon, das Zinn löst sich in der Schlacke auf und das Kupfer bleibt regulinisch zurück.

XXVI. Antimon und Arsen. Die geringste Menge von Arsen wird in Antimon und Schwefelantimon an dem entstehenden Metallspiegel erkannt, wenn man die Probe mit Cyankalium in der einseitig geschlossenen Glasröhre erhitzt. Enthält aber das Schwefelantimon noch andere Schwefelungen, z. B. Schwefelblei und Schwefelkupfer (Antimonium crudum), so erfolgt kein Arsenspiegel, indem das Arsen vom reducirten Kupfer und Blei zurückgehalten wird. — Im einseitig geschlossenen Glasrohre erhitzt, entsteht ein Gemenge von pulverigem antimonsauren Antimonoxyd und krystallinischer arseniger Säure, welche letztere sich in der Röhre forttreiben lässt, ersteres aber nicht. Oder man schmilzt die Probe mit neutralem oxalsauren Kali in einer einseitig geschlossenen Glasröhre bis zum klaren Fluss, so bleibt Antimonoxydnatron zurück, während sich metallisches Arsen sublimirt. Schneidet man die Röhre dicht über dem Sublimate ab und erhitzt dasselbe in der Spirituslampe so, dass es nicht zu arseniger Säure verbrennen

kann, so bemerkt man einen deutlichen Arsengeruch. — Schwefelarsen und Schwefelantimon sind dadurch von einander zu trennen, dass man sie in einer einseitig geschlossenen Glasröhre gelinde erhitzt, wobei sich das Schwefelarsen sublimirt, Schwefelantimon aber zurückbleibt. Ersteres wird mit neutralem kleesauren Kali, letzteres in der offenen Glasröhre weiter untersucht. — Schwefelantimon und Schwefelblei. In der offenen Glasröhre nur geringes Sublimat von antimoniger Säure, im Rückstand antimonsaures Antimonoxyd, schwefelsaures und antimonsaures Bleioxyd; auf Kohle im Reductionsfeuer gelber Beschlag von Bleioxyd näher an der Probe, in weiterer Entfernung ein weisser von antimoniger Säure und schwefelsaurem Bleioxyd.

XXVII. Kali, Natron und Lithion. Man weist zuerst Kali mittelst einer nickeloxydhaltigen Boraxperle (S. 48) nach, dann Natron und Lithion nach S. 50. — Nach Bischof kann die gänzliche Abwesenheit von Natron im Kali nur durchs Löthrohr nachgewiesen werden.

XXVIII. Baryt-, Strontian- und Kalkerde lassen sich nach S. 55 erkennen. Nach Muspratt färben Chlorbarium, salpetersaurer und essigsaurer Baryt die Löthrohrflamme zeisiggrün, Aetzbaryt gelblich; von den Strontiansalzen färben nur die im Wasser löslichen und häufig nur, wenn sie vorher mit Wasser befeuchtet sind, carmoisinroth; Chlorbarium und Chlorcalcium verhindern diese Reaction nicht, wohl aber Natronsalze. Mit Kalisalzen gemengte Strontiansalze lassen, jedoch undeutlich, die carmoisinrothe Farbe an der Flamme und die violette an der Probe erkennen. Die schwefelsauren Salze dieser drei Basen schmelzen mit einer nicht ganz gleichen Menge Flussspath zusammen.

XXIX. **Borsäure und Phosphorsäure.** Nachdem die Borsäure mittelst Flussspaths und sauren schwefelsauren Kali's nachgewiesen ist, löst man die Probe in überschüssiger Salz- oder besser Salpetersäure und setzt zur Lösung molybdänsaures Ammoniak, so entsteht nach einiger Zeit ein gelber Niederschlag von Phosphorsäure haltigem molybdänsauren Ammoniak. Enthält das molybdänsaure Ammoniak, was zuweilen der Fall ist, etwas Phosphorsäure, so wird es bei Säurezusatz schon für sich gelb.

XXX. **Titan-, Tantal- und Unterniobsäure.** Man schmilzt mit dem 5—6fachen sauren schwefelsauren Kali, laugt mit kaltem Wasser aus, verdünnt und kocht, so fällt Titansäure aus; im Rückstande bleiben Tantal- und Unterniobsäure, welche, durch Schmelzen mit Aetzkali aufgeschlossen, sich auf die S. 75 angegebene Weise unterscheiden lassen.

## 6. Kapitel.

## Systematischer Gang bei Löthrohruntersuchungen.

Ein schematischer Weg zur Bestimmung aller Bestandtheile einer Verbindung mittelst des Löthrohrs lässt sich nicht angeben, weil es unmöglich ist, wie bei der nassen Analyse die einzelnen Bestandtheile nach einander abzuscheiden und sie im isolirten Zustande zu prüfen. **Werth eines Schemas.**

Man muss sich deshalb darauf beschränken, durch eine Anzahl nach einer gewissen Reihenfolge angestellter Versuche Data zu erlangen, welche entweder

mit Sicherheit auf die Natur des Körpers Manches schliessen oder Anderes mit Wahrscheinlichkeit folgern lassen. Hierzu sollen die beiden nachfolgenden Schemata Anleitung geben, nach denen sich auch die Bestandtheile vieler Mineralien auffinden lassen.

Bestimmung von Mineralien. Zur systematischen Aufsuchung und Bestimmung der Mineralien, welche die Werke von Berzelius, Plattner und Scheerer (S. 3) nicht gestatten, empfehlen sich ganz besonders die v. Kobell's Mineraltabellen. v. Kobell'schen Tafeln (S. 3), in welchen die Mineralien zunächst nach ihrem Glanze (Hauptabtheilung: Mineralien mit und ohne Metallglanz) und in den Unterabtheilungen nach ihrer Schmelz- oder Unschmelzbarkeit, geordnet sind. Weitere Momente zur Classification in Gruppen bietet das Verhalten vor dem Löthrohr und zu Säuren, sowie ein Wassergehalt oder Mangel desselben dar. Zur Erkennung der einzelnen Species müssen dann physikalische und krystallographische Kennzeichen zu Hülfe genommen werden, wo chemische und Löthrohrreactionen nicht ausreichen.

Ungeübtere stossen nicht selten bei Bestimmung der Silicate auf Schwierigkeiten und es können dann Dana's Mineraltabellen. zuweilen die Tabellen von Dana*) sicherer zum Ziele führen, welche die Mineralien nach folgenden Hauptabschnitten classificirt enthalten:

I. Löslichkeit in Wasser.
Carbonate, Nitrate, Chloride, Sulphate, Phosphate, Borate, Arseniate.

---

*) Siehe: A System of Mineralogy, by J. D. Dana. 4 Edit. New-York 1858. Part I p. 263.

II. Unlöslichkeit in Wasser.

A. Nichtmetallischer Glanz.

1. Ungefärbter Strich.

a. Auf Kohle kein Beschlag und kein Geruch, keine geschmeidige Metallkugeln.

α. Löslich in Säuren, ohne zu gelatiniren. Unschmelzbar oder schmelzbar.

β. Löslich in Säuren und gelatinirend. Unschmelzbar oder schmelzbar, Letzteres mit oder ohne Wasser.

γ. Unlöslich in Säuren oder theilweise löslich, ohne zu gelatiniren. Unschmelzbar oder schmelzbar.

b. Auf Kohle Beschlag oder geschmeidige Metallkörner.

α. Bleikörner.

β. Geruchloser Beschlag von *Zn*, *Bi*, *Sb*, *Te*.

γ. Beschlag mit Geruch bei seiner Bildung, *As*, *Se*.

δ. Ganz flüchtig mit Dämpfen von *Hg* und *Cl*.

2. Gefärbter Strich.

a. Auf Kohle kein Beschlag und keine geschmeidigen Kugeln.

α. Unschmelzbar, mit Säuren gelatinirend oder nicht.

β. Schmelzbar, mit Säuren gelatinirend oder nicht, in letzterem Falle mit oder ohne Phosphorreaction.

b. Auf Kohle kein Beschlag, nur zuweilen von Blei, aber geschmeidige Metallkörner.

α. Unschmelzbar mit *Sn* oder *Cu*korn.

β. Schmelzbar mit *Cu*, *Pb* oder *Ag*korn. Specif. Gew. unter und über 4,5.

c. Ganz flüchtig, ohne Hinterlassung von Metallkörnern.
d. Dämpfe von *As*, *S*, *Sb* oder *Cl*, mit Hinterlassung spröder Metallkörner.
α. Arsenrauch.
β. Kein Arsenrauch.
e. Dämpfe von *S*, *As*, *Sb*, *Cl*, *Br*, *J* mit Hinterlassung geschmeidiger Kupfer- oder Silberkugeln.
α. Dämpfe von *As*, *S* oder *Sb*.
β. Dämpfe von *Cl*, *Br*, *J*, *ClH*.

B. Metallglanz.
1. Nichtmetallischer Strich.
a. Kein Beschlag auf Kohle.
α. Unschmelzbar, Farbe stahlgrau bis schwarz.
β. Schmelzbar.
b. Beschlag.
α. Arsenrauch, spröde Körner, weissliche Farbe.
β. Schwefel- und Antimondämpfe, spröde Körner, helle Farben.
γ. Geschmeidige Körner von *Pb*, *Ag*, *As*, *Cu* oder *Sn*.
2. Metallischer Strich.
a. Nicht geschmeidige Metallkörner.
α. Kein Beschlag, unschmelzbar.
β. Beschlag, spröde Metallkörner.
γ. Beschlag, geschmeidige Metallkörner oder ganz flüchtig.
b. Geschmeidige Metallkörner.

Für die weiteren Gruppenabtheilungen ist die Härte der Mineralien maassgebend und für die einzelnen Species einer Gruppe sonstige chemische, physikalische und krystallographische Eigenschaften.

## I. Schema für Geübtere.

Dieses Schema führt bei grösserer Vertrautheit mit den Löthrohrreactionen der Körper rascher zum Ziele, als das zweite.

---

Allgemeiner Gang.

Man bestimmt zunächst die äusseren physikalischen Eigenschaften des zu prüfenden Körpers, als: Aggregatzustand, äussere Form (krystallisirt, krystallinisch, amorph), Schwere, Spaltbarkeit, Bruchansehen, Härte, optische Eigenschaften (durchsichtig, durchscheinend, undurchsichtig, Glanz, Farbe, Strich etc.), Magnetismus, Geruch (nicht Geschmack), u. s. w. Hierauf prüft man das Verhalten des Körpers für sich in der einseitig geschlossenen und offenen Glasröhre, auf Kohle und in der Pincette, ferner das Verhalten desselben zu Reagentien, und zwar zu Soda am Platindraht, in der einseitig geschlossenen Glasröhre und auf Kohle, zu Borax und Phosphorsalz am Platindraht oder auf Kohle, zu Kobaltsolution, zu saurem schwefelsauren Kali und zu Salpeter.

Auffindung der Basen.

Beim Prüfen der Substanzen für sich in Glasröhren (A. I und II) erhält man meist nur Andeutungen von dem Vorhandensein gewisser Stoffe, während die Kohle neben solchen Winken (A. III. 1) eine wichtige Trennung der Metalloxyde in Gruppen zulässt. Es deutet auf

a) Alkalien und deren Salze, wenn die Probe schmilzt und sich in die Kohle zieht (A. III. 2) oder eine Perle bildet mit oder ohne weissen, sehr flüchtigen Beschlag (A. III. 5). Baryt- und Strontianerdesalze theilen zum Theil diese Eigenschaften.

b) Alkalische Erden, wenn die Substanz bei weisser Farbe und meist Unschmelzbarkeit Phosphorescenz zeigt (A. III. 3); gelbe Färbung in der Hitze neben Unschmelzbarkeit und Phosphorescenz deutet auf Zink- und Zinnoxyd, durch Kobaltsolution zu bestätigen (B. VI).

c) Erden, und zwar auf Thonerde: weisse Farbe, Unschmelzbarkeit, Phosphorescenz und eine blaue Färbung durch Kobaltsolution (A. III. 3 u. B. VI).

d) Schwere Metalloxyde, eine nicht weisse Farbe (ausser Zink- und Zinnoxyd), meist Unschmelzbarkeit und die Entstehung einer Metallreduction für sich oder mit Soda, mit oder ohne Beschläge (A. III. 4 u. 5; B. III. 1). Tritt eine Reduction nicht ein und bleibt die Probe unverändert (A. III. 6), so muss zur Anwendung von Borax und Phosphorsalz geschritten werden (B. I und II), welche Reagentien auch zu bestätigenden Reactionen für manche reducirbare Metalloxyde dienen. Ammoniak und Quecksilber, wenn dieselben nicht schon beim Erhitzen für sich in der Glasröhre erkannt worden sind, müssen mit Soda in der einseitig geschlossenen Glasröhre nachgewiesen werden (B. III. 2). — Wo die angegebenen Reactionen zur Bestimmung eines Körpers nicht ausreichen, ist der nasse Weg zu Hülfe zu nehmen, nachdem die Substanz nöthigenfalls zuvor durch Schmelzen mit Soda (B. III. 3. c), saurem schwefelsauren Kali (B. IV. 3) oder Salpeter (B. V. 3) aufgeschlossen. Flammenfärbungen dienen häufig zur Erkennung der einzelnen Glieder einer Gruppe, z. B. der Alkalien und alkalischen Erden (A. III. 7; A. IV. 1).

Auffindung der Säuren.

Die Auffindung der Säuren und electronegativen Bestandtheile kann weniger leicht nach Gruppen geschehen, als die der Basen.

Die Salzbilder Chlor, Jod, Brom, Fluor und Cyan erkennt man durch ihr Verhalten zu saurem schwefelsauren Kali (B. IV. 1) und theilweise zur kupferoxydhaltigen Phosphorsalzperle (B. II. 3); Schwefel und Selen und ihre Verbindungen mittelst des Silberbleches und am Geruche; Phosphorsäure und Borsäure an der grünen Färbung der Flamme, erstere noch besonders am Bleipolyeder, letztere an der Reaction auf Curcumäpapier, zum Unterschiede von die Flamme ebenfalls grün färbenden Kupfer- und Barytsalzen; Kieselsäure an der durchsichtigen Sodaperle und dem Kieselscelett; Salpetersäure, Chlorsäure, Jodsäure und Bromsäure am Verpuffen auf Kohle und der Abscheidung mit characteristischen Reactionen durch saures schwefelsaures Kali (B. IV. 1); Kohlenstoff am Verpuffen mit Salpeter; Sauerstoff am Entzünden eines glimmenden Holzspänchens. Antimon, Arsen und Tellur mit ihren Säuren werden bei Aufsuchung der Basen gefunden (A. III. 4).

## A. Verhalten der Substanzen für sich.

Specieller Gang.

### I. Erhitzen der Probe in der einseitig geschlossenen Glasröhre.

1) Unveränderlichkeit der Probe (keine der unter 2—5 bezeichneten Körper).

2) Veränderung der äussern Eigenschaften, als:

a) Wechseln der Farbe, und zwar vorübergehend ohne Zersetzung (Zinkoxyd, Zinnoxyd, Titan-, Niob- und Unterniobsäure in der Hitze gelb und unschmelzbar, unter der Abkühlung weiss oder schwach gelblich, rothes Jodquecksilber gelb, rothe Mennige violett, gelbes Bleioxyd braunroth

und schmelzbar, rothes Quecksilberoxyd braun, weisses Wismuthoxyd pomeranzgelb bis braunroth und schmelzbar, unter der Abkühlung gelblich, gelbes neutrales chromsaures Kali dunkelorange und schmelzbar, rothes Eisenoxyd schwarz etc.) oder bleibend unter Zersetzung (organische Substanzen, Silberoxyd, Cyansilber, Cyangold etc.).

b) Schmelzen, mehr oder weniger ruhig, unter Aufblähen (Wasser), unter Entlassung von Gasen (siehe die folgenden Nummern) etc.

c) Verkohlen (organische Substanzen mit brenzlichem Geruch und sauer oder alkalisch reagirenden Flüssigkeiten).

d) Phosphorescenz (alkalische Erden, Erden, Zinkoxyd, Zinnoxyd).

e) Decrepitation (Chloralkalien, Bleiglanz etc.).

3) Entwickelung dampf- oder gasförmiger Körper, und zwar mit characteristischem Geruche (salpetrige, chlorige, schweflige Säure, Flusssäure, Osmiumsäure, Chlor, Jod, Brom, Cyan, Ammoniak aus Ammoniaksalzen oder aus Cyanverbindungen oder aus stickstoffhaltigen organischen Substanzen, in letzterem Falle gleichzeitig brenzlicher Geruch, Schwefelwasserstoff aus wasserhaltigen Schwefelverbindungen), ohne Geruch (Sauerstoff aus Superoxyden, Kohlensäure aus kohlensauren und kleesauren Salzen, Kohlenoxydgas aus kleesauren und ameisensauren Salzen), mit characteristischer Färbung (salpetrige Säure, Jod, Brom, organische Substanzen, Cyan verbrennt mit carmoisinrother Flamme).

4) Entstehung von Destillaten oder Tropfenbildung (Quecksilber, tellurige Säure, Chlorblei, Wismuthoxyd, Wasser). Ein Wassergehalt kann herrühren:

a) von Krystallwasser (viel Wasser, die Körper schmelzen unter mehr oder weniger starkem Aufblähen und werden dann wieder fest);

b) von Hydratwasser (ruhiges oder gar nicht eintretendes Schmelzen, wenig Wasser);

c) von Verknisterungswasser (Decrepitation);

d) von hygroskopischer Feuchtigkeit (wenig Wasser).

Das Wasser reagirt neutral, sauer (Schwefelsäure, schweflige Säure, Chlor-, Jod-, Brom- und Fluorwasserstoffsäure, Salpetersäure, Essigsäure etc.) oder alkalisch (Ammoniak).

5) Bildung von Sublimaten, und zwar in der Hitze rother, unter der Abkühlung gelber (Schwefel, Schwefelarsen, Jodquecksilber), unter der Abkühlung rother (Selen, Selenmetalle, Schwefelarsen), grauer oder schwarzer, zuweilen mit Metallglanz (Arsen und Selen als Metallspiegel, Kadmium, Schwefelquecksilber, Schwefelantimon nur bei sehr hoher Temperatur, Tellur in metallisch glänzenden Tröpfchen), weisser (arsenige Säure als glänzende Kryställchen, Antimonoxyd nach vorheriger Schmelzung zur gelben Flüssigkeit in glänzenden Nadeln, antimonsaures Antimonoxyd als Pulver, Quecksilber- und Ammoniakverbindungen, von welchen ersteren Quecksilberchlorid vor der Verflüchtigung schmilzt, Quecksilberchlorür nicht).

Durch Erhitzen der, Sublimate gebenden zusammengesetzten Substanzen mit Soda in der einseitig

geschlossenen Glasröhre lässt sich häufig der electropositive Bestandtheil unter characteristischen Erscheinungen ausscheiden (Schwefelarsen, Selenmetalle, Quecksilber- und Ammoniakverbindungen).

## II. Erhitzen der Probe in der offenen Glasröhre.

1) Entstehung riechender Gase oder Dämpfe (Schwefel, Selen, Ammoniak, Arsen, Osmiumsäure).

2) Entstehung von Sublimaten und zwar metallischer (Arsen, Selen, Quecksilber), rother (Selen), weisser (arsenige Säure, Antimonoxyd, Molybdänsäure, Quecksilber- und Ammoniakverbindungen, Verbindungen des Schwefels und Selens mit Blei, Zinn, Wismuth), geschmolzener (manche Schwefel- und Selenmetalle, tellurige Säure, Chlorblei, Wismuthoxyd) oder wässeriger (Hydrate). Die weissen Sublimate sind entweder krystallinisch (arsenige Säure, Antimonoxyd) oder pulverig (antimonsaures Antimonoxyd, tellurige Säure etc.) und lassen sich entweder durch Erhitzen von ihrer Stelle treiben (arsenige Säure, Antimonoxyd etc.) oder schmelzen zu Tröpfchen (tellurige Säure) oder sind nicht flüchtig (antimonsaures Antimonoxyd).

## III. Erhitzen der Probe auf Kohle.

1) Veränderung der äusseren Eigenschaften, als Schmelzbarkeit (von den Metallen sind unschmelzbar: Platin, Iridium, Palladium, Rhodium, Osmium, Nickel, Kobalt, Eisen,

Molybdän und Wolfram, Osmium in der äusseren Flamme flüchtig; von Metalloxyden sind unschmelzbar: die meisten alkalischen Erden, antimonsaures Antimonoxyd, Chromoxyd, Uranoxyd, Ceroxydul, Manganoxyd, Eisenoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Wolframsäure, Titansäure, Tantalsäure, Niobsäure, Unterniobsäure, Kieselerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd und Kadmiumoxyd, letztere drei in der Reductionsflamme flüchtig; schmelzbar sind: Antimonoxyd, Wismuthoxyd, Bleioxyd, Kupferoxyd, Alkalien etc. Das Schmelzen geschieht entweder ruhig oder unter Aufschäumen und Blasenwerfen (Wasser), es entstehen Massen, welche entweder in der Hitze und unter der Abkühlung klar bleiben oder beim Erkalten sich trüben, sich in die Kohle ziehen etc.); Verpuffen (salpeter-, chlor-, brom- und jodsaure Salze, durch saures schwefelsaures Kali zu unterscheiden); Verändern der Farbe (wie A. I. 2. a); Magnetischwerden (kohlensaures Eisenoxydul, Eisenoxyd); Entwickelung riechender Gase durch Desoxydation (schweflige, salpetrige und chlorige Säure) oder durch oxydirendes Rösten (Schwefel-, Selen- und Arsenmetalle); Decrepitation etc.

2) Einziehen in die Kohle oder Schmelzung zur Perle bei weisser Farbe und unter Ausstossung weisser Dämpfe oder nicht (Alkalien, Baryt- und Strontianerde, durch Flammenfärbung von einander, und von den übrigen alkalischen Erden durch ihre alkalische Reaction meist vor dem Glühen und das Zusammenschmelzen mit Soda auf Platinblech zu einer in der Hitze klaren Masse zu unterscheiden).

3) Phosphoresciren bei weisser oder doch heller Farbe und Unschmelzbarkeit für sich oder nach Entlassung von Wasser unter Aufblähen (alkalische Erden und Erden, von denen sich Baryt-, Strontian- und Kalkerde durch die Flammenfärbung, Magnesia und Thonerde durch Kobaltsolution unterscheiden lassen; ferner Zink- und Zinnoxyd, in der Hitze gelb werdend, mit Kobaltsolution eine grüne Färbung annehmend und aus letzterem geschmeidige Zinnkörner reducirbar).

4) Reduction der Metalloxyde, und zwar entstehen:

a) ohne Beschläge Metallkügelchen (Gold, Kupfer, Silber) oder unschmelzbare metallische Massen (Rhodium, Iridium, Palladium, Platin, Molybdän, Wolfram, Eisen, Kobalt, Nickel, letztere drei magnetisch). Durch Borax und Phosphorsalz lassen sich Kupfer, Silber, Molybdän, Wolfram, Eisen, Kobalt und Nickel nachweisen.

b) Metallkörner und Beschläge, und zwar gelbe (Blei, Wismuth, Molybdän, Zink, Zinn, letztere beiden nur in der Hitze gelb, phosphorescirend und durch Kobaltsolution zu erkennen), rothe oder rothbraune (Kadmium mit pfauenschweifigem Rand, Silber, Selen), unter der Abkühlung weisse (Antimon, Arsen, Zinn, Zink, Tellur). Die Beschläge setzen sich entweder weit von der Probe ab (Arsen, Antimon, Kadmium, Selen), oder weniger weit davon (Tellur, Wismuth, Blei, Molybdän) oder nahe an derselben (Zinn, Silber, Zink); ein und derselbe Körper kann sich je nach der Neigung der Kohle, der Dauer und Stärke der Erhitzung und der Heftigkeit des Luftstromes verschieden weit von der Probe absetzen, auch werden weniger flüchtige Substanzen

von flüchtigeren leicht weiter fortgerissen. — Die Beschläge verschwinden, mit der Reductionsflamme hastig angeblasen, bald mit gefärbtem Flammenschein (Blei, Selen, Arsen, Tellur, Antimon), bald ohne Schein (Wismuth, Kadmium, Molybdän), oder der Beschlag ist wenig oder gar nicht flüchtig (Silber, Zink, Zinn, letztere beiden durch Kobaltsolution zu erkennen).

Die reducirten Metallkörner sind entweder geschmeidig (Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zinn) oder spröde (Wismuth, Antimon, Zink) und bleiben bald auf der Kohle zurück, bald dringen sie in dieselbe so ein, dass sie nur durch Schlämmen derselben als Flitter oder Pulver erhalten werden. Diese Reductionserscheinungen treten bei gleichzeitiger Anwendung von Soda, Cyankalium oder oxalsaurem Kali noch kräftiger hervor, besonders bei Schwefel-, Antimon- und Arsenverbindungen, weniger bei Oxyden. Kommt es hauptsächlich auf die Verflüchtigung von Metallen und die Hervorbringung von Beschlägen an, so erhitzt man auch wohl Schwefel- und Antimonverbindungen ohne Soda mit einer zwischen der Oxydations- und Reductionsflamme liegenden Flamme (S. 10).

c) keine Metallkörner, aber weisse Beschläge mit Knoblauchgeruch (Arsen).

5) Verflüchtigung ohne Reduction mit weissen Beschlägen (Schwefelungen der Alkalien, des Bleis, Wismuths, Antimons, Zinks und Zinns; die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen der Alkalien, des Quecksilbers, Antimons, Wismuths, Zinks, Bleis, Kadmiums, Zinns), indem die Proben vor der Verflüchtigung sich erst in die Kohle ziehen (alkalische Verbindungen) oder sich sofort verflüchtigen, ohne

zu schmelzen (Chlorverbindungen des Ammoniums, Quecksilbers und Antimons) oder vorher schmelzen (Chlorverbindungen von Blei, Kadmium, Zinn, Wismuth). Mit der Reductionsflamme hastig angeblasen, verschwinden die Beschläge entweder ohne Schein (Quecksilber-, Ammoniak-, Wismuth-, Kadmiumverbindungen) oder mit Schein (alkalische, Blei- und Antimonverbindungen), oder der Beschlag ist wenig flüchtig unter gelblicher Färbung in der Hitze (Zink- und Zinnverbindungen). Die weissen Beschläge der Chloralkalien lassen sich häufig an ihrer krystallinischen Beschaffenheit erkennen. — Zur Hervorbringung anderweitiger characteristischer Reactionen, wenn die Flammenfärbung nicht hinreichenden Aufschluss giebt (Alkalien), erhitzt man die Proben mit Soda auf Kohle (Blei, Antimon, Wismuth. Zink, Zinn, Kadmium, Schwefel) oder mit Soda in der einseitig geschlossenen Glasröhre (Quecksilber, Ammoniak) oder mit einer kupferoxydhaltigen Phosphorsalzperle (Chlor, Jod, Brom).

6) Die Probe bleibt unverändert (Chromoxyd, Vanadinsäure, Uranoxyd, Manganoxyd, Ceroxyd, Titansäure, Tantalsäure, Kieselsäure. Die sechs ersten Verbindungen sind durch Borax und Phosphorsalz zu unterscheiden, Kieselsäure durch Soda und Tantalsäure durch Soda und Salpeter).

7) Färbung der äusseren Löthrohrflamme, und zwar gelb (Natron), violett (Kali), roth (Lithion, Strontian, Kalk), blau (Schwefel, Selen, Arsen, Antimon, Blei, Chlorkupfer, Bromkupfer, Chlor- und Selenblei), grün (Kupfer- und Barytsalze, Borsäure, Phos-

phorsäure, tellurige Säure, Molybdänsäure), weiss (Phosphor, Zink). Da Chlorverbindungen meist die deutlichsten und schönsten Reactionen geben, so befeuchtet man die Probe vor der Erhitzung mit etwas Salzsäure oder Chlorsilber (S. 26) und beobachtet dann das Auftreten der Farbenerscheinung, meist besonders zu Anfang des Blasens.

### IV. Prüfung der Probe in der Pincette (oder am Platindraht).

Man beobachtet hierbei:

1) Flammenfärbung, wie auf Kohle (A. III. 7.), indem man den Körper je nach seiner Flüchtigkeit bald an der heissesten Stelle in der Spitze der Oxydationsflamme (schwerer flüchtige), bald etwas weiter von der Spitze nach hinten (leichter flüchtige) erhitzt. Zuweilen genügt es, zur Hervorbringung einer Färbung die Probe seitlich in den Saum der Flamme zu halten. Manche Färbungen lassen sich nur in einem dunklen Raume beobachten. (Ueber Bunsen's Analyse durch Flammenfärbung siehe (S. 10).

2) Schmelzung oder Unschmelzbarkeit. Nach v. Kobell*) lassen sich folgende Grade der Schmelzbarkeit unterscheiden:

1 = Antimonglanz, welcher in der gewöhnlichen Lichtflamme schmilzt.

2 = Natrolith, in dünnen Nadeln noch unten am Saume der Lichtflamme und sehr leicht vor dem Löthrohre schmelzbar.

---

*) Eine v. Kobell'sche Schmelzbarkeitsscale kostet bei Dr. Krantz in Bonn 5/4 ₰; eine Härtescale nach Mohs oder Breithaupt 3 ₰, enthaltend: Steinsalz oder Gyps, Kalkspath, Flussspath, Apatit, Adular, Quarz, Topas, Korund, Diamant.

3 = Almandin, in stumpfen Stücken vor dem Löthrohre schmelzbar.
4 = Strahlstein, in dünnen Nadeln leicht schmelzbar.
5 = Adular, schon schwer schmelzbar.
6 = Bronzit, in den feinsten Nadeln etwas abzurunden.
7 = Unschmelzbar.

## B. Verhalten der Substanzen zu Reagentien.

Die Reactionen werden gewöhnlich am Platindrahte hervorgebracht; auf Kohle leicht reducirbare und Beschläge gebende Metalloxyde sind auf Kohle mit den Reagentien zu behandeln, weil sie den Platindraht angreifen.

### I. Verhalten zu Borax.

1) Im Oxydationsfeuer:

a) Farblose Gläser, welche entweder nur in der Hitze farblos sind (tellurige Säure, Antimonoxyd, Kieselerde, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Thon-, Beryll-, Ytter-, Zirkon-, Thorerde, Lanthan-, Zink-, Kadmium-, Zinn-, Blei-, Wismuth-, Silberoxyd, Molybdän-, Wolfram-, Titan-, Tantal-, Niob- und Unterniobsäure), oder auch unter der Abkühlung klar bleiben (Antimonoxyd, Kieselerde, Thonerde, Blei-, Wismuth- und Zinnoxyd), oder unklar geflattert werden können (tellurige Säure, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde, Lanthan-, Zink-, Kadmium- und Silberoxyd, Wolfram-, Molybdän-, Titan-, Tantal-, Niob- und Unterniobsäure).

b) Gelbe Gläser und zwar unter der Abkühlung (Eisen-, Cer-, Uranoxyd, Vanadinsäure), oder bei starker Sättigung in der Hitze (Antimon-, Zink-, Kadmium-, Blei- und Wismuthoxyd, Molybdän-, Wolfram- und Titansäure), emailgelb zu flattern (Uranoxyd), oder emailweiss zu flattern (Ceroxyd).

c) Rothbraune Gläser unter der Abkühlung (Nickeloxyd), in der Hitze (Eisen-, Cer- und Chromoxyd).

d) Violette Gläser in der Hitze und unter der Abkühlung (Didym- und Manganoxyd), in der Hitze (Nickeloxyd).

e) Blaue Gläser (Kobalt- und Kupferoxyd).

f) Grüne Gläser (Chrom- und Kupferoxyd).

2) Im Reductionsfeuer:

a) Farblose Gläser, und zwar in der Hitze klar (Kieselerde, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Thon-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde; Mangan-, Lanthan-, Cer-, Didym-, Zinn- und Silberoxyd, Tantalsäure; bei längerem Blasen klar, sonst grau: tellurige Säure, Antimon-, Zink-, Kadmium-, Nickel-, Blei- und Wismuthoxyd; bei geringerer Sättigung: Niob- und Unterniobsäure); unter der Abkühlung klar (Kieselerde, Thonerde, Mangan-, Didym- und Zinnoxyd; bei längerem Blasen klar, sonst grau: tellurige Säure, Antimonoxyd, Zink-, Kadmium-, Blei-, Nickel-, Silber- und Wismuthoxyd; bei geringerer Sättigung: Niob- und Unterniobsäure); unklar zu flattern (Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde, Cer- und Lanthanoxyd, Tantalsäure).

b) Gelbe bis braune Gläser in der Hitze (Molybdän-, Wolfram-, Vanadin- und Titansäure), unter der Abkühlung (Molybdän-, Wolfram- und Titansäure).

c) Braunrothes trübes Glas (Kupferoxyd).

d) blaue Gläser in der Hitze (Kobaltoxyd), unter der Abkühlung (Kobaltoxyd, Titansäure, letztere emailblau zu flattern).

e) Grüne Gläser in der Hitze (Eisen-, Uran- und Chromoxyd), unter der Abkühlung (Eisen-, Uran-, Chromoxyd, Vanadinsäure).

f) Graue, trübe Gläser, welche bei längerem Blasen wieder farblos werden (tellurige Säure, Antimon-, Nickel-, Zink-, Kadmium-, Blei-, Wismuth- und Silberoxyd) oder trübe bleiben (Unterniob- und Niobsäure bei starker Sättigung und längerem Blasen).

## II. Verhalten zu Phosphorsalz.

1) Im Oxydationsfeuer:

a) Farblose Gläser in der Hitze (bei schwacher Sättigung: Antimon-, Zink-, Kadmium-, Blei- und Wismuthoxyd, Wolfram-, Titan- und Tantalsäure; auch bei starker Sättigung: tellurige Säure, Kieselerde, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Thon-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde, Lanthan- und Zinnoxyd, Niob- und Unterniobsäure); unter der Abkühlung bleiben klar (tellurige Säure, Antimonoxyd, Kieselerde, Thonerde, Zink-, Kadmium-, Blei-, Wismuth- und Zinnoxyd, Wolfram-, Titan-, Tantal-, Niob- und Unterniobsäure); durch Flattern werden unklar (Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Beryll-,

Ytter-, Zirkon-, Thorerde, Cer- und Lanthanoxyd).

b) Gelbe bis braune Gläser in der Hitze (Eisen-, Nickel-, Cer-, Uran-, Silber- und Chromoxyd, Vanadinsäure; bei starker Sättigung: Antimon-, Zink-, Kadmium-, Blei- und Wismuthoxyd, Wolfram-, Titan- und Tantalsäure), unter der Abkühlung (Eisen-, Nickel-, Cer-, Uran- und Silberoxyd, Vanadinsäure).

c) Violette Gläser (Mangan- und Didymoxyd).

d) Blaue Gläser (Kobalt- und Kupferoxyd).

e) Grüne Gläser (Uran-, Chrom- und Kupferoxyd, Molybdänsäure).

2) Im Reductionsfeuer:

a) Farblose Gläser, in der Hitze (Kieselerde, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talk-, Thon-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde, Mangan-, Cer-, Lanthan-, Didym- und Zinnoxyd; bei längerem Blasen, sonst grau (tellurige Säure, Antimon-, Nickel-, Zink-, Kadmium-, Blei-, Wismuth- und Silberoxyd, Tantalsäure); unter der Abkühlung bleiben klar (Kieselerde, Thonerde, Mangan-, Cer-, Lanthan-, Didym-, Zinnoxyd, Tantalsäure; bei längerem Blasen klar, sonst grau: tellurige Säure, Antimon-, Nickel-, Zink-, Kadmium-, Blei-, Wismuth- und Silberoxyd).

b) Gelbe bis braune Gläser in der Hitze (Titan-, Niob- und Vanadinsäure); unter der Abkühlung (Eisenoxyd und Niobsäure).

c) Rothe bis rothbraune Gläser in der Hitze (Eisenoxyd, eisenhaltige Wolfram-, Titan-,

Niob- und Unterniobsäure, Kupferoxyd, letzteres undurchsichtig); unter der Abkühlung (eisenhaltige Wolfram-, Titan-, Niob- und Unterniobsäure, Kupferoxyd, letzteres trübe).

d) Violette Gläser (Titan- und Unterniobsäure).

e) Blaue Gläser (Kobaltoxyd, Wolfram- und Unterniobsäure).

f). Grüne Gläser (Eisen-, Uran- und Chromoxyd, Molybdän- und Vanadinsäure).

g) Graue trübe Gläser, welche nach längerem Blasen farblos werden (tellurige Säure, Antimon-, Nickel-, Zink-, Kadmium-, Blei-, Wismuth- und Silberoxyd).

3) Eine kupferoxydhaltige Phosphorsalzperle dient zur Erkennung der Salzbilder, wenn man sie damit der blauen Flamme aussetzt. Dieselbe wird von Chlorverbindungen lasurblau, von Jodverbindungen smaragdgrün und von Bromverbindungen blaugrün gefärbt.

4) Phosphorsalz dient nach dem Entwässern zur Erkennung von Flusssäure.

### III. Verhalten zu Soda.

#### 1) Auf Kohle.

a) Zusammenschmelzen der Substanz mit Soda, zum Theil unter Aufbrausen, zu einer in der Hitze klaren Masse, welche unter der Abkühlung klar bleibt (Kieselerde und manche ihrer Verbindungen) oder nach dem Erkalten trübe wird (Alkalien, Baryterde, Strontianerde, Manganoxyd, Chromoxyd, Molybdän-, Wolfram-, Titan- und Vanadinsäure; Wolframsäure,

Molybdänsäure, Alkalien, Baryt- und Strontianerdesalze ziehen sich mit der Soda in die Kohle).

b) Reduction von Oxyden, wobei neben Metallkörnern oder metallischen Massen ein Beschlag entsteht oder nicht, oder auch nur ein Beschlag ohne Metallkörner hervortritt (A. III. 4). Für sich auf Kohle schwierig, aber leichter bei Zusatz von Soda, sind zu reduciren: Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen. Sollen hauptsächlich Beschläge erzeugt werden, so empfiehlt sich statt eines Sodazusatz häufig die blosse Anwendung der Reductionsflamme (S. 10). Durch Zusatz von trocknem Cyankalium zur Soda, sowie auch durch neutrales oxalsaures Kali für sich oder mit Soda wird die Reduction befördert. Zur Abscheidung der reducirten Metalle sticht man das von Soda durchdrungene Kohlenstückchen aus, reibt dasselbe im Achatmörser und schlämmt die kohligen Theile ab, wobei die reducirten geschmeidigen Metalle als breitgedrückte Flittern, die spröden als metallisch glänzendes Pulver (A. III. 4) zurückbleiben.

c) Manche Substanzen werden von Soda nicht angegriffen (Kalk-, Talk-, Thon-, Zirkon-, Thor-, Ytter- und Beryllerde, Uran- und Ceroxyd, Tantal-, Niob- und Unterniobsäure).

d) Schwefel- und Selenverbindungen geben mit Soda auf Kohle zusammengeschmolzen und auf ein befeuchtetes Silberblech gebracht, schwarze oder braune Flecke auf demselben.

2) In der einseitig geschlossenen Glasröhre.

Ammoniak- und Quecksilbersalze geben durch Bindung ihrer Säuren an das Natron Am-

moniak, am Geruch und an der alkalischen Reaction wahrzunehmen; Quecksilber als tropfenförmigen Anflug; Arsen aus Schwefelarsen als schwarzes Sublimat, ferner die meisten der für sich flüchtigen Substanzen (S. 95).

3) Am Platindraht, auf Platinblech oder im Platinlöffel.

a) Am Platindraht entsteht beim Zusammenschmelzen der Soda mit Kieselerde ein klares Glas.

b) Durch Zusammenschmelzen am Platindraht oder auf Platinblech mit Soda im Oxydationsfeuer, am besten mit etwas Salpeter, erzeugen Manganverbindungen eine blaugrüne, Chromverbindungen eine gelbe Masse, mit gelber Farbe in Wasser auflöslich und beim Kochen mit Salzsäure und Alkohol eine grüne Lösung gebend, aus welcher durch Soda Chromoxydhydrat gefällt wird.

c) Durch Zusammenschmelzen mit Soda auf Platinblech oder im Platinlöffel können Substanzen aufgeschlossen werden, z. B. phosphorsaure und wolframsaure Salze.

**IV. Verhalten zu saurem schwefelsauren Kali.**

1) In der einseitig geschlossenen Glasröhre. Austreibung flüchtiger, am Geruch oder an der Farbe (schweflige und salpetrige Säure, Essigsäure, Blausäure, Chlor, Jod, Brom, Chromsäure) oder an der Aetzung des Glases (Flusssäure) erkennbarer Stoffe. Kohlensäure wird ohne Geruch und Färbung unter Aufbrausen ausgetrieben.

2) Am Platindraht bei Anwendung von Flussspath zur Abscheidung flüchtiger Stoffe, welche die Flamme färben (Borsäure, Lithion).

3) Auf Platinblech oder im Platinlöffel zur Aufschliessung von Substanzen (Titan-, Tantal-, Niobverbindungen).

## V. Verhalten zu Salpeter.

1) Auf Platinblech damit erhitzt, verpuffen manche Stoffe (Kohle), oder färben sich characteristisch (Mangan, Chrom durch höhere Oxydation).

2) In der offenen Glasröhre entstehen damit riechbare Stoffe (Osmiumsäure).

3) Im Platinlöffel werden unlösliche Verbindungen davon aufgeschlossen und sind beim Behandeln der geschmolzenen Masse in Wasser löslich (Molybdän-, Tantal-, Niobsäure, Arsen-, Chrom- und Vanadinverbindungen). Wird die Lösung mit Salzsäure und Zink, Eisen, Kupfer oder Zinn in Berührung gebracht, so färbt sich die Flüssigkeit durch Reduction der Säuren blau, grün und dann schwarz bei Molybdänsäure, blau und dann kupferroth bei Wolframsäure, blau bei Tantalsäure, blau und dann braun bei Unterniobsäure, grün bei Chromsäure und violett bei Titansäure.

## VI. Verhalten zu Kobaltsolution.

Manche damit auf Kohle stark geglühte Oxyde und Säuren nehmen eine characteristische Färbung an, z. B. eine grüne (Zink-, Zinn- und Antimonoxyd, Titan- und Niobsäure), eine blaue (Thonerde und viele ihrer Salze; borsaure und phosphorsaure Erden und manche kieselsaure Verbindungen geben eine blaue un-

schmelzbare Masse; phosphorsaure, borsaure und kieselsaure Alkalien blaue geschmolzene Perlen), eine fleischrothe (Magnesia, Tantalsäure), eine graue (Unterniobsäure, Baryt-, Strontian-, Kalk-, Beryllerde), eine violette (Zirkonerde).

Werden diese Reactionen mit Beschlägen auf der Kohle vorgenommen, so müssen diese in einer etwas dicken Schicht vorhanden sein; auch darf man durch zu starkes Blasen den Beschlag nicht von der Kohle ablösen.

---

## II. Schema für Ungeübtere.

Allgemeines.

Mit den Löthrohrreactionen weniger Vertraute gelangen bei Benutzung dieses Schema sicherer zur Erkenntniss eines Körpers, aber meist nicht so schnell, als dies nach dem ersten Schema möglich ist. Die Versuche sind unter ganz genauer Beachtung der durch die vorderen Zahlen gegebenen Reihenfolge und der Hinweisungen durch die hinteren Zahlen auszuführen.

Dieses Schema, aus „Laurent's Analyse au chalumeau“ in „W. Elderhorst's Manual of Blowpipe-Analysis, New-York 1856 p. 67“ übergegangen, ist hier mit geringen Abweichungen aus letzterer Schrift übersetzt.

---

Specieller Gang.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Auf Kohle mit SR Knoblauchgeruch . . | 2 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 2. | Auf Kohle mit SR schlackige Masse mit Schwefelreaction (S.30) Schwefelarsen | 131 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 |

| | | |
|---|---|---|
| 3. | Metallisches Ansehn . . Arsenmetall | 131 |
| | Nicht . Arsenigs. oder arsens. Salze | 131 |
| 4. | Auf Kohle in O schweflige Säure und Schwefelreaction (S. 30) . Schwefelverbind. | 125 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 |
| 5. | Auf Kohle Geruch nach faulem Rettig. Selenverbind. | 136 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
| 6. | Die gut getrocknete Substanz schmilzt in Rothglühhitze auf Kohle . . . . . . . . | 7 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 11 |
| 7. | Die kupferoxydhaltige Pperle färbt die Flamme blau oder grün . . . . . . . . | 8 |
| | Nicht . . . . . . . . . Salpeters. Salze | 102 |
| 8. | Azurblaue Flammenfärbung . . . . . . . | 9 |
| | Grüne Flammenfärbung . . . . . . . . . | 10 |
| 9. | Mit saur. schwefels. Kali (S. 108) gelbe Dämpfe . . . . . . . . . Broms. Salze | 102 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . Chlors. S. | 102 |
| 10. | Mit saur. schwefels. Kali gelbe Dämpfe. Broms. S. | 102 |
| | „ „ „ „ violette Dämpfe. Jods. S. | 102 |
| 11. | Mit kupferoxydh. Pperle blaue oder grüne Flammenfärbung . . . . . . . . . . . . | 12 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 17 |
| 12. | Mit saurem schwefels. Kali (S. 108) und Braunstein violette Dämpfe. Jodmetalle und jods. S. | 102 |
| | Gelbe Dämpfe . . . Brommetalle und broms. S. | 102 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13 |

13. Schmelzen mit **P** und gelbe Färbung des Fernambuckpapiers (S. 42). Fluormet. 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 14

14. Mit kupferoxydh. **P**perle blaue Flammenfärbung . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15
Grüne Flammenfärbung . . . . . . . . . 16

15. Mit **S** auf Kohle erhitzt eine Masse, welche mit saur. schwefels. Kali und Braunstein in der Glasröhre gelbe Dämpfe giebt. Brommetalle 102
Nicht . . Chlormetalle u. chlors. S. 102

16. Wie bei 15 behandelt, violette Dämpfe. Jodmetalle 102
Gelbe Dämpfe. . . . . . Brommetalle 102

17. Brausen mit Salzsäure . . Kohlens. S. 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 18

18. Brausen mit Salzsäure im fein gepulverten Zustande der Substanz beim Erhitzen. Kohlens. S. 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 19

19. Gelatiniren beim Erhitzen mit conc. Salzsäure im fein gepulverten Zustande . . 30
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 20

20. Auf Kohle mit **S** weder Metallkugeln noch Beschlag . . . . . . . . . . . . . . . . 21
Metallkugeln oder Beschlag . . . . . . . 22

21. Gelbgrüne Flammenfärbung beim Zusammenschmelzen mit saur. schwefels. Kali und Flussspath (S. 45). . . . Bors. S. 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 23

22. Die schlackige Masse im Platinlöffel mit Schwefelsäure erhitzt, Alkohol zugefügt und dieser angezündet, färbt die Flamme gelblich grün . . . Bors. Salze 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 23

23. Fluorreaction mit Fernambukpap. (S. 42). Fluormetalle 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 24

24. Mit S auf Kohle ein Metallregulus . . . 25
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 27

25. Auf Kohle Polyeder (S. 35), mit S auf Kohle weiche Metallkugeln. . . Phosphors. Bleioxyd.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 26

26. Die schlackige Masse giebt Phosphorreaction mit Blei- oder Silbersalz (S. 35). Phosphors. Salze 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 28

27. Die Probe giebt Phosphorreaction mit Blei- oder Silbersalz. Phosphors. S. 102
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 28

28. Mit S auf Kohle Metallkugeln oder reichlicher Beschlag . . . . . . . . . . . . 31
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 29

29. Gelatinöses Präcipitat beim Schmelzen mit dem 5—6fachen Soda im Platinlöffel und Erhitzen mit Salzsäure . . . . . . 30
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 31

30. Der gelatinöse Niederschlag, feucht auf Eisen- oder Zinkblech gebracht, wird blau. . . . . . . . Wolframs. Salze 139
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 140

| | | |
|---|---|---|
| 31. | Metallisches Ansehen . . . . . . . . . . | 32 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 57 |
| 32. | Auf Kohle schmelzbare, geschmeidige, sich nicht oxydirende Metallkugeln . . | 33 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 36 |
| 33. | Gelbe Metallkörner . . . . . . . . . . . | 34 |
| | Weisse Metallkörner . . . . . . . . . . . | 35 |
| 34. | Mit **BO** bläulich. Glas. Gold m. Kupfer. | |
| | Nicht . . . . . . . . Gold. | |
| 35. | Mit **BO** bläul. Glas. Silber m. Kupfer. | |
| | Nicht . . . . . . . Silber. | |
| 36. | Mit **BO** u. **BR** blaue Gläser. . . Kobalt. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 37 |
| 37. | Mit **B** Kupferreaction . . . . . . . . . . | 38 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 42 |
| 38. | Rothes hämmerbares Korn. . . Kupfer. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 39 |
| 39. | Auf Kohle in der Hitze gelber, unter der Abkühlung weisser Beschlag . . . . . | 41 |
| | Nicht; eine gelbliche spröde Legirung. Kupfer u. Zinn. | |
| 40 | (fehlt im Original). | |
| 41. | Hämmerbare, gelbe oder röthliche Legirung . . . . . . . . Kupfer u. Zink. | |
| | Hämmerbare weisse Legirung. Kupfer, Zink u. Nickel. | |
| 42. | Leicht schmelzbarer Metallkönig . . . . | 43 |
| 43. | Starker Beschlag auf Kohle . , . . . . . | 44 |
| | Kein starker Beschlag, Zinnreact. Zinn. | |
| 44. | Sehr flüchtiger weisser Beschlag . . . . | 45 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 46 |

45. Spröde Kugeln mit Antimonreaction. Antimon.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . Tellur.

46. Metallisches Ansehen für sich oder beim Behandeln des Pulvers mit dem Polirstahl 47
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 50

47. Unschmelzbar u. nicht oxydirbar. Platin.
Oxydirbar . . . . . . . . . . . . . . . . . 48

48. Mit **BO** amethystfarbiges Glas. Mangan.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 49

49. Nach der Oxydation mit Glasflüssen Eisenreaction . . . . . . . . . . . Eisen.
Desgl. Nickelreaction . . . . . Nickel.

50. Mit **SR** auf Kohle Zinnkügelchen. Zinnoxyd.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 51

51. Mit **BO** u. **BR** grüne Gläser. Chromeisen.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 52

52. Mit **SO** auf Platinblech blaugrüne Masse 53
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 54

53. Mit **BO** und **PO** amethystrothe Gläser. Manganoxyd.
Nicht; braunes Pulver . . . Wolframs. Eisen- u. Manganoxyd.

54. Mit **PR** braunroth, bei Zinnzusatz violettroth . . . . . . . . . . . Titaneisen.
Nicht; giebt Eisenreactionen . . . . . . . 55

55. Wasserabgabe beim Erhitzen, gelbes Pulver . . . . . . . Eisenoxydhydrat.
Kein Wasser . . . . . . . . . . . . . . . 56

| | | |
|---|---|---|
| 56. | Magnetisch, schwarzes Pulver. Magneteisen. | |
| | Nicht; rothes Pulver . . . Eisenoxyd. | |
| 57. | Mit **SR** auf Kohle schmelzbarer Metallkönig . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 58 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 66 |
| 58. | Hämmerbarer, nicht oxydabler König . . | 59 |
| | Oxydabler König . . . . . . . . . . . . | 60 |
| 59. | Gelber König . . . . . . . . Goldoxyd. | |
| | Weisser König . . . . . . Silberoxyd. | |
| 60. | Metallkörner mit Beschlag . . . . . . . . | 61 |
| | Hämmerbares Korn ohne Beschlag . . . | 75 |
| 61. | Weisser, sehr flüchtiger Beschlag. Antimonoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 62 |
| 62. | Gelber Beschlag, geschmeidiger König . | 63 |
| | Spröder König . . , . . . . . . . . . . . | 65 |
| 63. | Mit **BO** u. **PO** in geringer Menger grüne Gläser . . . . . Chroms. Bleioxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 64 |
| 64. | Die Substanz ist gelb oder röthlich. Bleioxyd. | |
| | „ „ „ roth . . . Mennige. | |
| | „ „ „ braun. Bleisuperox. | |
| 65. | Mit **BO** u. **PO** grüne Perlen. Chroms. Wismuthoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . Wismuthoxyd. | |
| 66. | Auf Kohle in **O** Beschlag oder vollständige Verdampfung . . . . . . . . . . . | 67 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 70 |
| 67. | Weisser, sehr flüchtiger Beschlag. Antimonoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 68 |

| | | |
|---|---|---|
| 68. | Brauner Beschlag . . . Kadmiumoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 69 |
| 69. | Die rothe oder gelbe Substanz giebt in der einseitig geschlossenen Glasröhre Quecksilberkugeln. Quecksilberox. | |
| | Die weisse Substanz wird in der Hitze gelb, unter der Abkühlung wieder weiss. Zinkoxyd. | |
| 70. | Mit **BO** u. **BR** blaue Gläser. Kobaltoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 71 |
| 71. | Mit **BO** und **BR** grüne Gläser . . . . . | 72 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 77 |
| 72. | Löslich in Wasser . . . . . . . . . . . . | 73 |
| | Unlöslich in Wasser . . . . . . . . . . . | 74 |
| 73. | Substanz ist orangeroth. Saur. chroms. Kali. | |
| | „ „ gelb . . . Neutr. chroms. Kali oder Natron. | |
| 74. | Halbmetallisches Ansehn oder graulich schwarze Farbe der Substanz. Chromeisen. | |
| | Substanz ist ein grünes Pulver. Chromoxyd. | |
| 75. | Der Regulus ist weiss . . . Zinnoxyd. | |
| | „ „ „ roth . . . . . . . . . . | 76 |
| 76. | Die Substanz ist roth oder braun. Kupferoxydul. | |
| | „ „ „ schwarz. Kupferoxyd. | |
| 77. | In **BO** grüne, in **BR** rothbraune Perlen | 76 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 78 |
| 78. | Amethystrothe Farbe in **BO** . . . . . . . | 79 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 80 |

| | | |
|---|---|---|
| 79. | Giebt Wasser in der Glasröhre. Manganoxydhydrat. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . Manganoxyd. | |
| 80. | Wird auf Kohle magnetisch . . . . . . . | 55 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 81 |
| 81. | Giebt mit P Uranreactionen. Uranoxyd. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 82 |
| 82. | Löslich in Wasser mit alkal. Reaction . | 83 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 91 |
| 83. | Leicht löslich . . . . . . . . . . . . . | 84 |
| | Nur wenig löslich . . . . . . . . . . . | 88 |
| 84. | Schmilzt auf Platindraht leicht u. verdampft | 85 |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 87 |
| 85. | Färbt, auf Platinblech erhitzt, dasselbe dunkelgelb . . . . . . . . . Lithion. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 86 |
| 86. | Färbt die Flamme violett. Kalihydrat. | |
| | „ „ „ gelb. Natronhydrat. | |
| 87. | Färbt die Flamme, mit Salzsäure befeuchtet, blassgrün . . . . . . . . . Baryt. | |
| | Purpurroth . . . . . . . . . Strontian. | |
| 88. | Mit Salzsäure befeuchtet purpurrothe Flammenfärbung . . . . . Strontian. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 89 |
| 89. | Nimmt, mit K erhitzt, Fleischfarbe an. Magnesia. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 90 |
| 90. | Phosphorescirt stark . . . . . . . Kalk. | |
| | Nicht; färbt die Flamme blassgrün. Baryt. | |
| 91. | Blaue Färbung mit K . . . Thonerde. | |
| | Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 92 |

92. Fleischfarbe mit **K** . . . . . Magnesia.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 93

93. Grüne Färbung mit **K** . . . Zinkoxyd.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 94

94. Mit **PO** farbloses, mit **PR** blaues Glas . 95
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 97

95. Entlässt in der Glasröhre Ammoniak und
wird blau oder grün . . . Wolframs.
Ammoniak.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 96

96. Unschmelzbarer Beschlag . . Wolfram-
säure.
Schmelzbarer Beschlag . . . Wolframs.
Kali oder Natron.

97. Mit **P** Molybdänreaction . Molybdän-
säure.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 98

98. Mit **PR** Titanreaction . . Titansäure.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 99

99. Mit **PR** ein röthlich gelbes Glas; die
Farbenintensität nimmt unter der Ab-
hühlung zu . . . . . . . . . . . . . . . 100
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 101

100. Das Glas wird auf Kohle mit Zinn vio-
lett . . . Eisenhaltige Titansäure.

101. Mit **SR** auf Kohle ein metallisches mag-
netisches Pulver . . . . Nickeloxyd.
Nicht; mit **PO** ein in der Hitze rothes,
unter der Abkühlung farbloses Glas.
Ceroxyd.

## Salpeters., chlors., broms.. jods., kohlens., phosphors. und borsaure Salze, Chlor-, Brom- und Jodmetalle, Oxyde, Hydrate.

| | | |
|---|---|---|
| 102. | Mit SR auf Kohle ein schmelzbares Metallkorn | 103 |
| | Nicht | 109 |
| 103. | Geschmeidiges und unoxydirbares Korn | 104 |
| | Oxydirbares Metallkorn | 105 |
| 104. | Gelbes Korn . . . . . . . . . . Goldsalz. | |
| | Weisses Korn . . . . . . . Silbersalz. | |
| 105. | Rothes, geschmeid. Korn. Kupfersalz. | |
| | Nicht | 106 |
| 106. | Weisses, geschmeidiges Korn ohne Beschlag . . . . . . . . . . . . Zinnsalz. | |
| | Nicht | 107 |
| 107. | Weisser, sehr flüchtiger Beschlag. Antimonsalz. | |
| | Orangegelber Beschlag | 108 |
| 108. | Geschmeidiges Metallkorn . . Bleisalz. | |
| | Sprödes Metallkorn . . Wismuthsalz. | |
| 109. | Mit SR Beschlag | 110 |
| | Nicht | 112 |
| 110. | Weisser, sehr flüchtiger Beschlag. Antimonsalz. | |
| | Nicht | 111 |
| 111. | Rothbrauner Beschlag. Kadmiumsalz. | |
| | In der Hitze gelber, in der Kälte weisser Beschlag . . . . . . . . . . Zinksalz. | |
| 112. | Auf Kohle graues unschmelzbares Pulver, unter dem Polirstahl Metallglanz annehmend . . . . . . . . Platinsalz. | |
| | Nicht | 113 |

113. Mit **S** im Glasrohre Quecksilbersublimat. Quecksilbersalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 114

114. Mit **S** in der Glasröhre Ammoniakgeruch. Ammoniaksalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 115

115. Mit **BO** u. **BR**, **PO** u. **PR** blaue Gläser. Kobaltoxyd.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 116

116. Mit **BO** u. **BR** grüne Gläser. Chromsalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 117

117. Kupferreactionen . . . . . Kupfersalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 118

118. Mit **SR** auf Kohle metallisches magnetisches Pulver mit Metallglanz beim Reiben . . . . . . . . . . . . . . . . 119
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 120

119. Mit **BR** bouteillengrünes Glas. Eisensalz.
Mit **BR** graues Glas . . . Nickelsalz.

120. Mit **BO** amethystfarbenes Glas. Mangansalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 121

121. Unschmelzbare Masse, mit **K** blau gefärbt. Thonerdesalz.
Unschmelzbare Masse mit **K** fleischroth gefärbt . . . . . . . Magnesiasalz.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 122

122. Niederschlag mit **S** in der wässerigen Lösung . . . . . . . . . . . . . . . . 123
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 124

123. Blassgrüne Flammenfärbung. Barytsalz.
Rothe " " Strontiansalz.
Nicht; stark phosphorescirend. Kalksalz.

124. Violette Flammenfärbung. Kalisalz.
Röthlichgelbe " " Natronsalz.

## Schwefelverbindungen.

125. Metallisches Ansehn; Schwefelmetalle . . 126
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 127

126. Rösten der Substanz und Untersuchen derselben nach . . . . . . . . . . . . . 102

127. Schwefels. und schwefligs., unterschwefels. und unterschwefligs. Salze, höhere und niedrigere Schwefelmetalle . . . . 128

128. Beim Erhitzen mit Salzsäure entwickelt sich:
Schwefelwasserstoff . . Schwefelmetall 130
Schweflige Säure . . . . . . . . . . . . . 129
Nichts . . . Schwefels. oder unterschwefels. Salz 130

129. Weisser Niederschlag von Schwefel durch Salzsäure. Unterschwefligs. Salz 130
Nicht . . . . . . . . Schwefligs. Salz 130

130. Bestimmung des Metalles nach . . . . . 102

## Arsenverbindungen.

131. Metallisches Ansehen . . . . . . . . . . . 132
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 135

132. Leicht und vollständig flüchtig auf Kohle 133
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 134

133. Weisser und sehr flüchtiger Beschlag. Arsenantimon.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . Arsen.

134. Rösten der Substanz, welche ein Arsen- oder Schwefelarsenmetall ist, und Untersuchung derselben nach . . . . . . 102

135. Völlig flüchtig auf Kohle, mit Schwefelreaction . . . . . . . . . . . . . . . . 136
Nicht völlig flüchtig oder keine Schwefelreaction gebend . . . . . . . . . . . 137

136. Die Substanz ist gelb . . Rauschgelb.
„ „ „ roth . . . . Realgar.

137. Die Substanz ist sehr flüchtig. Arsenige Säure.
Kein arsens. und arsenigs. Salz. Abwechselndes Rösten in **O** und **R** und Aufsuchung des Metalles nach . . . . 102

## Selenverbindungen.

138. Metallisches Ansehn . . Selenmetall.
Kein selens. und selenigs. Salz; die calcinirte Substanz wird auf das darin enthaltene Metall untersucht nach . . . . 102

## Wolframsaure Salze.

139. Mit **SO** auf Platindraht eine grünlich blaue Masse . . . . . . . Wolfram.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . 140

140. Ammoniakentwickelung mit **S** im Glasrohre . . . Wolframs. Ammoniak.
Nicht . . . . . . . . . . . . . . . . . . 141

141. Löslich . . . . Wolframs. Kali oder Natron.
Unlöslich . . . Wolframs. Kalk, Baryt etc.

## Silicate.

142. Die in Silicaten enthaltenen Basen lassen sich in vielen Fällen auffinden nach . 102.

# II. Abtheilung.

# Quantitative Löthrohrproben.

---

Es sollen hier nur kurz aufgeführt werden: die für quantitative Proben erforderlichen Geräthschaften, Probirgefässe und Reagentien, die Hauptoperationen bei Ausführung der Proben und die Schmelzbeschickungen. Das Nähere ist aus Plattner's Probirkunst mit dem Löthrohre zu ersehen oder muss den Anweisungen des Lehrers überlassen bleiben. Umfang.

## 1. Kapitel.

## Geräthschaften.

Hierher gehören hauptsächlich, ausser bereits früher (S. 5) erwähnten Geräthschaften (Lampe, Löthrohr etc.):

A. Wage, welche bei 2 Decigramm Belastung noch einen Ausschlag von 0,1 Milligramm angiebt. Wage.

B. Centnergewicht von 1 Gramm = 1000 Milligramm bis 0,1 Milligramm; 100 Milligramm = 1 Löthrohrprobircentner. (1 sächs. Ctr = 100 ℔ à 100 Pfundtheile; 1 hannov. Ctr = 100 ℔ à 10 Loth à 10 Quint.) Gewichte.

Maassstab. C. **Silberprobenmaassstab** mit zwei convergirenden Linien, zwischen welchen der Durchmesser der Silberkörner gemessen und an einer daneben befindlichen Scala der Silbergehalt ersehen wird (bis zu $^1/_{10}$ Loth Silber im Centner), wenn derselbe so gering ist, dass man ihn nicht mittelst der Wage finden kann. Beim Zurechtlegen der runden Körner auf dem Maassstabe ist eine **Loupe** erforderlich.

Kohlenhalter. D. **Schmelzöfchen** oder **Kohlenhalter** (Fig. 10—15). *a.* Kästchen aus Eisenblech. *b.* Kohle, mit dem Kohlenbohrer ausgebohrt oder künstlich geformt (S. 15). *c* Handhabe mit Schraube *d* und Plättchen *e* zum Einzwängen der Kohle im Halter. *f* Oeffnung zum Einleiten der Löthrohrflamme mit nach oben gehendem Spalt *s*, welcher, je nachdem man höhere oder niedrigere Temperaturen erzeugen will, mit einem beweglichen Eisenblech *g* mehr oder weniger geschlossen werden kann. In einer Entfernung der Lampe vom Kohlenhalter von ungefähr 40—50 Millimeter leitet man bei Anwendung eines mit Kohle ausgefütterten Tiegels (Fig. 21) eine starke Oxydationsflamme horizontal so in die Oeffnung *f* ein, dass der Luftstrom die Richtung nach dem Boden des Tiegels im Kohlenhalter erhält. Bei Anwendung gewöhnlicher Thontiegel (Fig. 20) führt man die starke Oxydationsflamme in horizontaler Richtung so der Oeffnung *f* zu, dass die Flamme den Tiegel nicht trifft, sondern nur die glühenden gasförmigen Verbrennungsproducte denselben umspielen und die Kohle im Innern zum Glühen bringen. Wird der mit alkalischen Reactionsmitteln gefüllte Tiegel direct von der Flamme getroffen, so schmilzt er leicht durch oder es findet ein heftiges Aufschäumen der Massen statt. *h* Einschnitt zur Aufnahme des Platindrahtes *i*, dessen vertikales

Ende von der Hülse *k* aufgenommen wird, so dass das andere ringförmige Ende zur Aufnahme des Röstschälchens *m* (Fig. 12) oder des Schmelztiegels *n* (Fig. 13) sich oben in dem ausgebohrten Raum der Kohle befindet. *l* am Drahtring hängendes Platinblech zum Schutze der Kohle gegen das Verbrennen, der durch den Canal *p* eintretenden Flamme gegenüber eingehängt. *o* Deckkohle mit der Zugöffnung *q* (Fig. 13).

E. Mengkapsel (Fig. 16) von Messing oder besser von Horn, zum Mengen der Beschickung und bequemen Ausschüttung in einen Sodapapiercylinder mittelst eines eisernen Spatels von 95 Millim. Länge oder mit dem Stiel des Probenlöffels (Fig. 17); nebst Pinsel. **Mengkapsel.**

F. Probenlöffel (Fig. 17) von Knochen oder Elfenbein. **Probenlöffel.**

G. Drei Kohlenbohrer, ein solcher von 22 Millim. oberem Durchmesser und 18 Millim. Länge zur Hervorbringung der Höhlungen in den Kohlen *b* und *o* (Fig. 13); ein zweiter cylindrischer Bohrer mit 6 Millim. breiter Kreuzschneide zum Einbohren der Canäle *p* und *q* (Fig. 13), am anderen Ende spatelartig geformt; ein dritter, ebenfalls cylindrischer Bohrer mit Kreuzschneide von 8 Millim. Breite dient zum Einbohren von cylindrischen Gruben in Holzkohlen für einzuschmelzende Silber-, Gold- und andere Proben. **Kohlenbohrer.**

H. Probirbleimaass (Fig. 18), eine Glasröhre *a* mit hineinpassendem Holzcylinder *b*, auf dessen unterem papierumwickelten Theile Theilstriche zur Angabe des Gewichtes Probirblei in Gr, welche die Glasröhre bei dem dermaligen Stand des Holzcylinders fasst. Am Ende des Holzcylinders befindet sich ein Korkcylinder *c*. **Probirbleimaass.**

## 2. Kapitel.

# Unterlagen für die zu erhitzenden Substanzen.

Ausser in der ersten Abtheilung aufgeführten Unterlagen (S. 15) bedarf man:

Thongefässe. A. Thongefässe, und zwar Röstschälchen (Fig. 19) mit Kreide oder Röthel ausgestrichen, Schmelztiegel ohne (Fig. 20) und mit Kohle ausgefüttert (Fig. 21) und auf dem Ring des Platindrahtes *i* (Fig. 15) in die Kohlengrube so eingehängt, dass zwischen Tiegel- und Kohlenwänden ein hinreichender Raum für den Zug bleibt (Fig. 13).

Kohlentiegel. B. Kohlentiegel (Fig. 22), in der Höhlung eines Bimstein- oder Thoncylinders *d* (Fig. 6) ruhend. Statt der Tiegel kann man eine mit ausgebohrter Grube versehene Kohle anwenden.

Kapellen. C. Kapellen, welche aus Knochenmehl mittelst eines eisernen Mönchs in einer eisernen Nonne *b* (Fig. 4 u. 5) geschlagen und, ohne sie aus der Form zu nehmen, zum Abtreiben gebraucht werden. Die Nonne, von zwei verschiedenen Durchmessern von resp. 12 und 14 Millim., ruht auf dem Kreuze *a* (Fig. 4) eines 90 Millim. hohen, auf und nieder verschiebbaren Statives. Statt dieser Vorrichtung lässt sich einfacher eine aus feinem Knochenmehl geschlagene kleine Kapelle oder das Viertel von einer grösseren Kapelle anwenden, welche man in die Höhlung des Thoncylinders *d* (Fig. 6) setzt.

Sodapapiercylinder. D. Sodapapiercylinder. Mit Sodalösung getränktes und getrocknetes feines Briefpapier wird in Streifen geschnitten, diese um einen Holzcylinder von 25 Millim. Länge und 7 Millim. Durchmesser gewickelt

und das hervorstehende Ende des Papiercylinders umgeknickt. Nach dem Herausziehen des Holzcylinders erhält man einen zur Aufnahme von Beschickungen etc. geeigneten Papiercylinder, welcher bei der Behandlung in der Hitze das Probirgut vor einem Verblasen schützt. Der Cylinder wird in einen Kohlentiegel (Fig. 22) oder eine Grube in Kohle eingedrückt und entweder mit Kohlenstaub noch umgeben (Blei- und Zinnprobe) oder nicht (Ansiedeprobe).

## 3. Kapitel.

# Reagentien.

Man gebraucht ausser den schon in der ersten Abtheilung bezeichneten Solvirungsmitteln (Boraxglas, Phosphorsalz, Soda) besonders noch: Solvirungsmittel (verglaste Borsäure), Mittel zur Ansammlung von Metallen (Gold- und Silberkörnchen bis zu 80 Milligr. Schwere, Probirblei durch ein feines Sieb geschlagen und mit etwa 0,5 Pfundtheilen oder Quint Silber in 100 Centner), Präcipitationsmittel (Eisendrahtstückchen bis zur Stärke einer mässigen Stricknadel), Arsenicirungsmittel (gepulvertes metallisches Arsen), Reductionsmittel (Graphit beim Rösten, Stärkemehl und Weinsteinsäure bei Schmelzungen), Fluss befördernde und Luft abschliessende Substanzen (Kochsalz). Wirkungsweise.

Als ein leichtflüssiges Solvirungs- und Reductionsmitttel wendet man häufig ein Gemenge von 10 Soda, 13 kohlensaurem Kali, 5 Boraxglas und 5 Stärkemehl an.

## 4. Kapitel.

# Bleiproben.

Nieder-schlags-probe.

1) **Niederschlagsprobe** für von fremden Schwefelungen freie oder ziemlich freie **Bleiglanze**, **Ofenbrüche** etc.

Beschickung im Thontiegel (Fig. 20): 1 Ctr = 100 Milligramm Bleiglanz zu unterst, darauf 30—50 Milligr. Eisendraht, darüber ein Gemenge von 200 Milligr. Soda, 50 Milligr. Boraxglas und 50 Milligr. Stärkemehl, oder statt dessen besser 300 Milligr. des S. 129 angegebenen leichtflüssigen Gemenges, zu oberst 600 Milligr. (3 Löffelchen) Kochsalz; Zusatz von 50—80 Milligr. Feinsilber bei ärmeren Proben. — 4—5 Min. Schmelzen im bedeckten Thontiegel (Fig. 13) bis zum völligen Fluss, ohne zu starke Bleiverflüchtigung.

Röst-reductions-probe.

2) **Röstreductionsprobe** für kiesige **Bleierze**, **Leche**, **zinkische Ofenbrüche** etc.

**Rösten** von 1 Ctr Erz etc. mit dem 3fachen Vol. Kohlenstaub oder 20—30 Milligr. Graphit und nöthigenfalls bei leichtschmelzigen Substanzen mit 50 Milligr. Eisenoxyd im Röstschälchen (Fig. 12, 19) bis zum Verschwinden des Geruchs nach schwefliger Säure; **Schmelzen** des Röstgutes mit 100 Milligr. Soda und 25—50 Milligr. Boraxglas im mit Kohlenstaub umgebenen Sodapapiercylinder in einem mit Kohle ausgefütterten und bedeckten Thontiegel (Fig. 21) 5—8 Min. lang. Die meist in der Schlacke vertheilten Bleikörner müssen ausgeschlämmt und auf Kohle zu einem Korn vereinigt werden, in welchem noch durch Behandlung

mit Borsäure, wie beim Kupfergaarmachen, ein Kupfergehalt bestimmt werden kann.

3) Reductionsprobe für oxydirte Verbindungen (Glätte, Herd, Abstrich, Schlacken, Blei-Carbonate, -Sulphate, -Chromate etc.). Reductionsprobe.

Schmelzen des Gemenges von 1 Ctr Probirgut mit 300 Milligr. Fluss- und Reductionsmittel (S. 129), 25—30 Milligr. Stärkemehl, 25—30 Milligr. Eisen, nöthigenfalls unter Zusatz von Feinsilber, mit Kochsalzdecke im bedeckten Thontiegel (Fig. 13, 20) 4—5 Min. lang.

## 5. Kapitel.

# Kupferproben.

1) Probe für nicht legirte Kupferverbindungen. Probe für Erze etc.

a) Mehrmaliges Rösten von 1 Ctr Probirgut, wie bei der Blei-Röstreductionsprobe (S. 130).

b) Schwarzmachen. Beschickung: 1 Ctr Probirgut, 100 Milligr. Soda, 50 Milligr. Boraxglas, 30—50 Milligr. Probirblei (bei armen Schlacken etc. statt des Probirbleies 50—80 Milligr. Gold), bei phosphorsäurehaltigen Verbindungen noch 20 Milligr. Eisenfeile; Schmelzen im Sodapapiercylinder im Kohlentiegel (Fig. 6, 22) oder in der Kohlengrube mit einer starken Reductionsflamme (Fig. 6), bis neben einer dunkeln, nicht rothen Schlacke ein lichtbleigraues Schwarzkupferkorn erfolgt. Bei dunkler Farbe ist das noch schwefelhaltige Korn mit dem 2fachen Probirblei und etwas Borax bis zum Hellwerden in der Reductionsflamme zu behandeln.

c) Gaarmachen. Schnelles Einschmelzen des Korns auf Kohle mit gleicher Menge Borsäure in einer kräftigen Reductionsflamme, sodann Direction der Oxydationsflamme mehr auf die Borsäure, so dass das Korn auf der einen Seite stets mit Kohle in Berührung bleibt, Bedecken des Korns mit der Flamme zur Verlangsamung der Oxydation, sobald die Zeichen der Gaare herannahen, bis zur völligen Gaare (blaugrüne Farbe des flüssigen Kupfers, Geschmeidigkeit und reine Farbe des erstarrten Kornes, nicht rothe Farbe der Schlacke, aus welcher sonst vorhandenes Kupfer durch Behandeln im Reductionsfeuer abgeschieden werden muss).

Probe für Legirungen.

2) Probe für Kupferlegirungen. Gaarmachen in einer oder in mehreren Perioden mit Borsäure entweder ohne Bleizusatz (bleihaltiges Schwarzkupfer, kupferhaltiges Werkblei, Frischstücke, Darrlinge, Saigerdörner etc.) oder mit späterem Bleizusatz (nickelhaltiges Schwarzkupfer); oder Schmelzen von 1 Ctr Probirgut mit $^1/_2$ — 1 Ctr Probirblei, etwas Soda und Borax auf Kohle, Gaarmachen des erhaltenen Korns mit dem gleichen Gewicht Borsäure (Messing); oder Schmelzen von 45—50 Milligr. Probirgut mit 2 Ctr Probirblei und etwas Borax auf Kohle im Reductionsfeuer, Behandeln des erfolgenden Metallkorns mit Borsäure auf Kohle bis zum strengen Fluss, abermaliges Schmelzen mit Kornblei und Borsäure bis zum Hervortreten der reinen Kupferfarbe unter Anwendung der Oxydationsflamme gegen das Ende (Argentan); oder Schmelzen des Probirgutes mit 60 Milligr. eines Gemenges von 100 Soda, 50 Boraxglas und 30 Kieselerde, sowie mit 45—50 Milligr. Probirblei erst im Reductions-, dann im Oxydationsfeuer, ein- bis zweimalige Wie-

derholung des Schmelzens mit resp. 60 und 30 Milligramm obigen Solvirungsmittels bis zum Gaarwerden des Kupfers (Legirungen von Kupfer mit Zinn). Antimon und Wismuth enthaltende Legirungen werden zur Verflüchtigung dieser Metalle längere Zeit oxydirend für sich auf Kohle geschmolzen, dann mit etwas Blei gaar gemacht. Ein Antimongehalt lässt sich bei längerem Blasen auch ohne Borsäure vollständig verflüchtigen.

Die Kupferprobe ist sehr genau.

## 6. Kapitel.

# Zinnproben.

1) Reducirendes Schmelzen von reinem Zinnstein. Reductionsprobe.

Beschickungen: 1 Ctr kieselerdefreies Probirgut, 100 Milligr. Soda und 30 Milligr. Borax oder 1 Ctr kieselerdehaltiges Probirgut, 150 Milligr. Soda und 30 Milligr. Borax zusammengerieben und geschmolzen

a) bei ärmeren Erzen etc. (unter 20 %) in einem mit Kohle ausgefütterten Tiegel (Fig. 21) im mit Kohlenstaub umgebenen Sodapapiercylinder nach Art der Blei-Röstreductionsprobe (S. 130); 8—10 Min. langes Blasen und Ausschlämmen vorhandener Zinnkörner aus der zerriebenen Schlacke.

b) bei reicheren Erzen ausser obiger Beschickung noch mit 300 Milligr. leichtflüssigem Fluss- und Reductionsmittel (S. 129) und 50 Milligr. Stärkemehl bei Kochsalzdecke im unausgefütterten Thontiegel (Fig. 20, 13) 4—5 Min. lang; nicht weitere Behandlung der Schlacke. Geringeres Ausbringen.

Etwaige Vorarbeiten.

2) Je nach der Beschaffenheit des Probirgutes muss der Reduction vorangehen: ein Schlämmen (Zinnzwitter, Schlacken), ein Rösten wie bei der Kupferprobe (arsen- und schwefelhaltige Beimengungen), Kochen des Röstgutes mit Salzsäure, etwa 5 Min., zur Auflösung von Oxyden (Eisenoxyd, Kupferoxyd), Aufschliessen durch Schmelzen mit dem 10fachen sauren schwefelsauren Kali im Platinlöffel, Behandeln des Geschmolzenen mit verdünnter Salzsäure und Reduction des Rückstandes (Zinnschlacken). — Legirungen von Kupfer und Zinn werden wie bei der Kupfergaarprobe behandelt, die dabei erfolgende zinnhaltige Schlacke dann mit 50 Milligr. Soda gemengt und wie ein Zinnerz behandet.

## 7. Kapitel.

# Silberproben.

Probe für Erze etc.

1) Nicht legirte Verbindungen.

a) Ansieden. Beschicken von 1 Ctr Probirgut mit 1 Ctr (1 gehäuften Löffelchen voll) Boraxglas und je nach der An- oder Abwesenheit von Nickel oder Kupfer mit 5—15 Ctr Probirblei (bei 12—30 % *Cu* mit 7 Ctr, bei 30—50 % *Cu* mit 10 Ctr, bei 50—70 % *Cu* mit 12 Ctr, bei 70—80 % *Cu* und mehr mit 15 Ctr, bei 10—40 % *Co*, *Ni* und *Cu* mit 10 Ctr und bei 40—50 % *Ni* und *Co* mit 10 Ctr Kornblei); von Glätte und Abstrich beschickt man 5 Ctr mit einem Löffelchen voll Soda und ebensoviel Boraxglas; Einschmelzen im Sodapapiercylinder mit der Reductionsflamme (Fig. 6), bis die Schlacke vollkommen flüssig und frei von

Bleikörnern ist; Anwendung der Oxydationsflamme zur Entfernung flüchtiger und verschlackbarer Substanzen bis zum Weisswerden des stark rotirenden Kornes (wenn kein Kupfer vorhanden) und bis zur Reduction von verschlacktem Blei in Berührung mit Kohle unter Brausen; Neigung der Kohle zur Absonderung des Bleis von der Schlacke und Abschlacken nach dem Erkalten (Zeitdauer 5—8 Minuten). Bei kupferhaltigem schwarzen Korn ist das Ansieden beendigt, wenn das Korn wenigstens 1 Minute nach Entfernung flüchtiger Stoffe rotirt hat, dann ist der ebenfalls schwarz färbende Schwefel entfernt.

b) Haupttreiben. Dasselbe geschieht auf einer abgeäthmeten Kapelle (S. 128) mit der nach Fig. 4 geleiteten Oxydationsflamme, welche das in die Mitte eingesetzte Korn unter einem Winkel von etwa 30° berührt. Durch öfteres Drehen der Kapelle verändert man den Ort des Kornes und unterbricht das Treiben, sobald das Korn Senfkorngrösse erreicht hat.

c) Feintreiben. Mittelst der Oxydationsflamme, unter einem Winkel von 40 — 45° hinzugeleitet, versetzt man nur den Umkreis des mehr an den Rand einer frischen Kapelle gesetzten Kornes unter langsamem Drehen der Kapelle so lange ins Glühen, bis das Silber blickt (Fig. 5). Zur Vermeidung des Spratzens entfernt man die Flamme langsam. Das Silberkorn wird entweder gewogen (wenn über 0,1 Milligr.), sonst auf dem Maassstab (S. 126) gemessen, wozu ein vollständig rundes Korn erforderlich ist.

2) Silberlegirungen.

Proben für Legirungen.

a) Ansieden und Abtreiben, und zwar silberreicherer Substanzen (Hüttensilber, Silbermünzen etc.) mit $^1/_2$ Löffelchen voll Borax und 1—5 Ctr Probirblei, je nach dem Kupfergehalt;

silberärmerer (Schwarzkupfer, Gaarkupfer, Kupfermünzen etc.) in Quantitäten von 1/2 Ctr mit 10 Ctr Probirblei und einem Löffelchen voll Borax; beim Abtreiben wird nöthigenfalls noch etwas Blei zugesetzt. Bei einem gleichzeitigen Kupfer- und Zinngehalt (Bronze, Glockenmetall etc.) siedet man 1 Ctr mit 5—15 Ctr Blei, je nach dem Kupfergehalt, 50 Milligr. Soda und 50 Milligr. Borax an, behandelt das Korn vom Ansieden noch auf Kohle mit etwas Boraxglas und treibt dann ab. — Bei Tellursilber ist das Haupttreiben mit jedesmal 5 Ctr Blei mehrmals zu wiederholen. — Silberamalgam wird im Glaskolben abdestillirt und der Rückstand von 1 Ctr Probirgut je nach dem Kupfergehalt mit 1—3 Ctr Probirblei und Borax angesotten.

b) Sofortiges Abtreiben. Bleireiche Legirungen (Werkblei, Frischblei), sowie silberhaltiges Wismuth können sofort in Quantitäten von 2—5 Ctr abgetrieben werden.

## 8. Kapitel.

# Goldproben.

Erzprobe. 1) Goldhaltige Erze. Dieselben werden je nach dem Goldgehalte mehrfach, bis 30 Ctr und mehr, wie Silbererze angesotten und das erfolgende Korn entweder als Gold gewogen oder gemessen, oder bei einem Silbergehalte zuvor durch Salpetersäure geschieden. Kiesige Erze röstet man zuvor in Posten von 3 Ctr 8—12fach, wie bei einer Kupferprobe (S. 131) ab.

2) Goldhaltige Legirungen. Enthält bei Gold-Silberlegirungen das Gemisch $^3/_4$ Silber und darüber, so lässt sich dasselbe sofort durch ein- oder zweimaliges Behandeln mit chemisch reiner, mässig starker Salpetersäure scheiden, worauf man das Gold entweder im Platinlöffel glüht und wiegt, oder bei armen Substanzen dasselbe mit 1 Ctr Probirblei und etwas Borax im Sodapapiercylinder ansiedet, abtreibt und das Goldkorn misst. — Bei goldreicheren Legirungen muss zuvor die Legirung mit Silber zusammengeschmolzen werden, und zwar bei messinggelber Farbe 20 Milligr. mit 60 Milligr. Silber und etwas Boraxglas auf Kohle in anhaltender Reductionsflamme, bei sehr licht messinggelber Farbe 50 Milligr. mit 100 Milligr. Silber und bei silberweisser Farbe 100 Milligr. Probe mit 60—80 Milligr. Silber. Probe für Legirungen

Gold-, Silber- und Kupferlegirungen. Ansieden von 30—50 Milligr. Probegut mit 4—8 Ctr Probirblei, je nach dem Kupfergehalt, und mit Borax, Abtreiben des erhaltenen Werkbleis, Scheiden des Goldsilberkornes in angegebener Weise mit Salpetersäure.

## 9. Kapitel.

# Nickel- und Kobaltproben.

1) Rösten von Erzen, welche Schwefel-, Kupfer- und Arsenkies oder Schwefelantimon, Schwefelwismuth und Schwefelblei enthalten, in Quantitäten von 100 Milligr., wie bei der Kupferprobe (S. 131), zuletzt mit Zusatz von Kohle und kohlensaurem Ammoniak. Verfahren bei kupferfreier Substanz.

2) Arseniciren des Röstgutes oder ungerösteter Substanzen, wenn sie nicht hinreichendes Arsen (wie z. B. Kupfernickel, Speiskobalt, Kobaltspeise etc.) enthalten. Erhitzen von 100 Milligr. Probirgut (nur 50 Milligr. bei einem Gemenge von Nickel- und Kobaltoxyd) mit 100 Milligr. metallischem Arsen und bei sehr kobaltreichen oder kobalt- und nickelarmen Substanzen mit 15—20 Milligr. Eisenfeile im Sodapapiercylinder in einer einseitig geschlossenen Glasröhre über einer Spirituslampe oder in einem bedeckten Thontiegel (Fig. 20) so lange bis zum schwachen Rothglühen, bis sich kein Sublimat mehr bildet und eine Sinterung oder Schmelzung eingetreten.

3) Solvirendes Schmelzen. Bei Abwesenheit von Blei und Wismuth wird das Arsenicirte von 100 Milligr. roher Substanz mit 300 Milligr. Flussmittel (S. 129) in einen Thontiegel (Fig. 20) gethan, zusammengedrückt, mit 3 Löffelchen voll (600 Milligr.) Kochsalz bedeckt und wie eine Niederschlags-Bleiprobe (S. 130) 4—5 Min. lang geschmolzen. Von vorher nicht besonders arsenicirten Substanzen werden 100 Milligr. mit 50 Mgr. Soda und 15 Milligr. Boraxglas im Sodapapiercylinder in der Reductionsflamme geschmolzen. Bei einem Blei- und Wismuthgehalt fügt man zu obiger Beschickung im Thontiegel noch 20 Milligr. Eisendraht und 50—100 Milligr. Silberschnitzeln und erhält dann, wie bei der Wismuthprobe, ein blei- und wismuthhaltiges Silberkorn, welches von den Arsenmetallen getrennt wird. Die Arsenmetalle und die reiche Schlacke unmittelbar von der Legirung schmilzt man mit Soda auf Kohle zum Korn.

4) Umschmelzen des Kornes auf Kohle im schwachen Reductionsfeuer zur Verflüchtigung des

überschüssigen Arsens, wobei man bestimmte chemische Verbindungen von $Co^4$ $As$ und $Ni^4$ $As$ erhält, nicht aber von Arseneisen.

5) Solvirendes Schmelzen zur Scheidung der Arsenmetalle. Schmelzen des Korns in einer Boraxperle auf Kohle bis zum Rotiren im Reductionsfeuer, dann im Oxydationsfeuer, wobei sich das Korn mit einer Haut von arsensaurem Eisenoxyd überzieht, welches dann vom öfters erneuten Borax vollständig aufgenommen ist, wenn das Metallkorn blank wird, Arsendämpfe auszustossen anfängt und die grüne oder schwarze Schlacke einen Stich ins Kobaltblau erhält. — Erhitzen des Korns auf Kohle in einem Grübchen in schwacher Reductionsflamme bis zum Aufhören der Arsendämpfe, wo man dann eine constante Verbindung von $Co^4$ $As$ und $Ni^4$ $As$ hat, welche gewogen wird. — Verschlacken des $Co^4$ $As$ in einer Boraxperle im Oxydationsfeuer auf Kohle so lange, bis das blanke Metallkorn sich mit einem geringen apfelgrünen Ueberzug von arsensaurem Nickeloxydul überzieht und die blaue Schlacke von einem geringen Nickelgehalt einen violetten Stich erhält; Wägen des aus $Ni^4$ $As$ bestehenden Korns und Berechnung des Nickelgehaltes ($Ni^4$ $As$ enthält 61,175 % $Ni$); aus der Differenz ergiebt sich das $Co^4$ $As$ mit 61,131 % $Co$ und daraus der Kobaltgehalt.

Verfahren bei kupferhaltigen Substanzen.

Bei einem Kupfergehalt geschieht die Abscheidung des Arseneisens und Arsenkobalts, wie eben angegeben, es bleibt dann ein Gemenge von $Ni^4$ $As$ und $Cu^6$ $As$ zurück, welches letztere aber während der weiteren Behandlung nicht constant zusammengesetzt bleibt, sondern Arsen verliert und folgende Modification der Probe erfordert: Wägen des Königs, Verschlackung des $Ni^4 As$ mittelst Borax

oder besser Phosphorsalz bei Zusatz eines 60—100 Milligr. schweren Goldkorns, je nach der Kupfermenge, worauf sich bei weiter fortgesetzter Oxydation das mit dem Kupfer verbundene Arsen verflüchtigt und endlich in der Hitze sowohl, als unter der Abkühlung blankes, geschmeidiges Kupfergold zurückbleibt. Man findet aus dem Mehrgewicht des Goldes den Kupfergehalt direct, berechnet denselben auf $Cu^6 As$ (71,7 *Cu* und 28,3 *As*), zieht dieses von dem bekannten Gesammtgewicht des $Ni^4 As$ und $Cu^6 As$ ab, findet dann das $Ni^4 As$ und berechnet daraus den Nickelgehalt. Bei einem bedeutenden Kupfergehalt muss der nasse Weg mit zu Hülfe genommen werden.

Auf nassem Wege erhaltene Gemenge von Eisen-, Kobalt- und Nickeloxyd werden in Mengen von 50 Milligr. mit 100 Milligr. Arsen arsenicirt, dann mit 50 Milligr. Soda und 15 — 20 Milligr. Boraxglas auf Arsenmetalle geschmolzen und diese in obiger Weise getrennt.

## 10. Kapitel.

## Wismuthprobe.

Verfahren. Beschicken von 100 Milligr. Probegut mit 25—30 Milligr. Eisendraht und 50 — 200 Milligr. Silberschnitzeln im Thontiegel (Fig. 20), Mengen mit 300 Milligr. Fluss- und Reductionsmittel (S. 129) und 4—5 Min. langes Schmelzen bei Kochsalzdecke von 600 Milligr. Gewicht, wie bei einer Bleiprobe (S. 130); kurze Behandlung des entschlackten Wismuthsilberkorns mit etwas Boraxglas auf Kohle im Reductionsfeuer zur Entfernung

anhaftender Schlacke und Speise, Auswägen des Korns und Bestimmung des Wismuths aus dem Mehrgewicht des Silbers. Bei Vorhandensein von $(Ni, Co)^2 As$ im Erze muss das Silberwismuth von der anhaftenden spröden Speise getrennt werden. — Es müssen vor Anstellung dieser Probe antimonhaltige Erze abgeröstet (S. 131), arsenreiche in einer einseitig geschlossenen Glasröhre oder im Thontiegel geglüht und solche mit einem Gehalt an metallischem Kupfer, Kupfer-, Nickel- und Kobaltoxyd durch Erhitzen mit gleicher Menge Schwefel im Thontiegel bis zum schwachen Rothglühen geschwefelt werden.

Bei einem Blei- und Zinngehalt muss der nasse Weg zu Hülfe genommen werden.

## 11. Kapitel.

# Websky's Löthrohrproben.

Allgemeines Verfahren.

Die zu bestimmenden Metalle etc. werden auf nassem Wege hinreichend isolirt und sodann ihr Gehalt auf die S. 143 angegebene Weise mittelst des Löthrohrs ermittelt (Bgwfd. 1860. N. F. Bd. I Hft. 1).

Das allerdings etwas umständliche, aber rascher als der nasse Weg allein zum Ziele führende Verfahren ist mit mehr oder weniger grosser Genauigkeit anzuwenden zur quantitativen Bestimmung von Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Kadmium, Zink, Wismuth, Uran, Mangan, Chrom, Tellur, Antimon, Arsen, alkalischen Erden, Alkalien, Chlor und Phosphor.

Die meisten Metallbestimmungen lassen sich mittelst Schwefelsilbers auf die Weise ausführen,

dass man das in salpetersaurer oder schwefelsaurer, zuweilen weniger gut in salzsaurer Lösung befindliche Metall mit Ammoniak und (mit Schwefel nicht gesättigtem und nicht zu concentrirtem) Schwefelammonium als Schwefelmetall ausfällt, dieses bei möglichstem Abschluss der Luft (damit sich kein Schwefel ausscheidet und keine Oxydation der Schwefelung eintritt) filtrirt, auswäscht, den Niederschlag mit dem Filter in einem Porzellantiegel mittelst eines Glasstabes zu einem Brei verarbeitet, salpetersaures Silberoxyd im Ueberschuss in der Kälte oder unter mässigem Erwärmen hinzufügt, verdünnt, das gebildete Schwefelsilber nebst Papier sich absetzen lässt und ohne aufzurühren das Klare möglichst abfiltrirt. Sobald man an den Niederschlag nebst Papier kommt, zieht man alle grösseren Stückchen von letzterem an den Tiegelrand, giebt den Niederschlag mit der noch übrigen Flüssigkeit aufs Filter, verarbeitet die auf den Boden des Tiegels zurückgeschobenen Papierschnitzeln mit destillirtem Wasser zu einem Brei und thut diesen zuletzt auch noch aufs Filter, wo dann ein völliges Auswaschen desselben möglich ist. Das Filter nebst Inhalt wird erst zwischen Fliesspapier, dann in einer Porzellanschaale über der Spirituslampe getrocknet, hierauf verbrannt, das Zurückbleibende in einer Achatschaale zerrieben und mit Boraxglas und Blei in einen Papiercylinder gethan, um angesotten und dann cupellirt zu werden (S. 134). Der Papiercylinder, erst mit schwacher Sodalösung, dann mit concentrirter Boraxlösung getränkt, erlangt dadurch grössere Dauer und hält die Metalltheile mehr zusammen. Aus der Menge des erhaltenen Silbers wird alsdann genau nach den Aequivalentgewichten oder einem empirischen Werth (wenn bei salzsaurer Lösung schwer auszuwaschendes Chlor-

ammonium oder auch aus anderer Lösung Schwefelammonium mit niedergerissen sein sollte) die Menge des zu bestimmenden Metalles berechnet, wie nachstehende Beispiele zeigen:

1) Bleiprobe. Auflösen, Fällen mit Schwefelammonium etc., wie angegeben, Umsetzen des Schwefelbleis in Schwefelsilber in der Kälte; 1 Atom Silber entspricht 1 Atom Blei, oder da die Bestimmung wegen Rückwirkung von salpetersaurem Bleioxyd auf das gebildete Schwefelsilber nicht besonders genau ist, 100 Silber 100 Blei (empirischer Werth). Beispiele.

2) Kupferprobe. Umsetzung in Schwefelsilber unter sehr mässigem Erhitzen; 1 Atom Silber entspricht 1 Atom Kupfer oder 100 Silber 29,31 Kupfer und 36,72 Kupferoxyd.

3) Wismuthprobe. Bildung von $Bi^2 S^3$, welches aus der Silberlösung auf 1 Atom Wismuth $1^1/_2$ Atom Silber niederschlägt, so dass 100 Silber 65,72 Wismuth entsprechen; besser nimmt man empirisch 63 Wismuth (wegen Rückhaltes an Schwefelammonium), und erfolgte die Fällung aus salzsaurer, etwas Chlorammonium mit niederreissender Lösung, 62 Wismuth.

4) Zinkprobe. Schwefelzink wird leicht von der Luft oxydirt und hält erhebliche Mengen von Schwefelammonium zurück, weshalb man statt der atomistischen Zahl 30,13 Zink die empirische Zahl 28,5 Zink auf 100 Silber nimmt.

5) Kadmiumprobe. Fällung mit Chlorammonium aus schwefelsaurer Lösung, weil aus salzsaurer viel Chlorammonium mit niedergerissen wird; 1 Atom Silber entspricht 1 Atom Kadmium oder 100 Silber 51,63 Kadmium = 59,03 Kadmiumoxyd.

6) Eisenprobe. Das gefällte, leicht oxydirbare $Fe^2 S^3$ schlägt auf 1 Atom Eisen $1^1/_2$ Atom Silber nieder, oder 100 Silber entsprechen 17,31 Eisen, 22,25 Eisenoxydul und 24,72 Eisenoxyd.

7) Manganprobe. Statt durch Schwefelammonium fällt man Oxydulsalze besser mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron oder Ammoniak, behandelt den Niederschlag mit dem Filter ohne Erwärmen mit neutralem salpetersauren Silberoxyd, wo dann auf 1 Atom Mangan $1^1/_2$ Atom Silber ausgebracht werden, so dass 100 Silber entsprechen 17,03 Mangan = 21,97 Manganoxydul = 24,43 Manganoxyd.

## 12. Kapitel.

# Brennmaterialproben.

Allgemeines.

Die Untersuchung der Brennmaterialien kann, worauf bereits von Chapman aufmerksam gemacht worden (Berg- u. hüttenm. Zeitung 1859 S. 169), vor dem Löthrohr in ähnlicher Weise geschehen, wie beim gewöhnlichen docimastischen Verfahren (Bodemann - Kerl's Probirkunst, 2. Aufl. 1857. S. 508), und sich hauptsächlich auf nachstehende Puncte erstrecken:

Wasserbestimmung.

1) Bestimmung des hygroskopischen Wassergehaltes. 100—200 Milligr. des gröblich zerkleinten Brennstoffes werden in einem offenen Thontiegel (Fig. 20) im Kohlenhalter (Fig. 14) mittelst der Löthrohrflamme bei so niedriger Temperatur erhitzt, dass ein in den Tiegel gelegtes Stückchen weisses Papier nicht gebräunt wird. Man erhitzt so lange,

bis zwei Wägungen übereinstimmende Resultate liefern; der Gewichtsverlust giebt den Wassergehalt an.

2) Bestimmung der ausbringbaren Kohlen- oder Koksmenge. 100 — 200 Milligr. des gröblich zerkleinten Brennmaterials werden in einen Thontiegel (Fig. 20) gethan, dieser mit einem Röstschälchen (Fig. 19) überdeckt, die Fugen zwischen Deckel und Tiegel bis auf eine kleine Oeffnung mit Thon verstrichen, wenn solches erforderlich sein sollte, und dann der Tiegel bei allmählig steigender Temperatur so lange im Kohlenhalter (Fig. 13) erhitzt, bis keine brennbaren und riechbaren Gase und Dämpfe mehr aus der gelassenen Oeffnung entweichen. Man lässt rasch erkalten und wiegt den kohligen, aschenhaltigen Rückstand. Der Gewichtsverlust ergiebt nach Abzug des Wassergehaltes die Menge der flüchtigen Bestandtheile. Je nachdem der Rückstand von Steinkohlen aufgebläht, gesintert oder sandig ist, hat man dieselben für Back-, Sinter- oder Sandkohlen zu halten. Kohlenmenge.

Bei voluminösen Brennstoffen (z. B. Torf, Holz), oder wenn grössere Mengen untersucht werden sollen, nimmt man die Verkohlung zwischen zwei gut auf einander passenden und durch eine Zwinge zusammengepressten Schälchen (Fig. 23) von dünnem Messingblech und etwa 45 Mm. Durchmesser vor, indem man dieselben über der Lampenflamme auf dem Drahtgitter *e* (Fig. 1) bis zu aufhörender Entwickelung von brenzlichen Verkohlungsproducten erhitzt. Das Kohlenausbringen wird um so geringer, in je höhere Temperatur man den Brennstoff sogleich bringt.

3) Bestimmung des Aschengehaltes. Der beim zweiten Versuche erhaltene kohlige Rückstand wird feingepulvert und entweder, wie bei einer Röst- Aschengehalt.

probe (Fig. 12) auf einem Thonschälchen verbrannt oder in dem unteren Messingschälchen (Fig. 23) bis zum Verschwinden aller kohligen Theile geglüht, nachdem das obere Schälchen nebst Zwinge abgenommen. Die mit mehr oder weniger weisslicher oder röthlicher Farbe zurückbleibende gewogene Asche reagirt auf befeuchtetes rothes Lakmuspapier entweder alkalisch (Alkalien, Aetzkalk) oder gar nicht (Silicate) und zeigt sich auf Kohle vor dem Löthrohre mehr oder weniger schmelzbar. Ein Gehalt an Schwefel in Schwefeleisen und schwefelsauren Salzen (Gyps) lässt sich auf die S. 31 angegebene Weise mittelst des Silberbleches nachweisen, sowie ein Phosphorsäuregehalt durch Schmelzen der Asche mit Soda, Auslaugen etc. (S. 34). Durch Erhitzen mit Soda lässt sich ein Mangangehalt an der blaugrünen Färbung der Masse nachweisen (S. 60). Diese Versuche werden meist genügen, um hinreichende Kenntniss von dem Verhalten der Asche zu erlangen.

Absol. Wärmeeffect. 4) Bestimmung des absoluten Wärmeeffectes nach Berthier's Methode. Man mengt im Thontiegel (Fig. 20) 20 Milligr. des möglichst fein zertheilten Brennstoffes innig mit 500 Milligr. feingesiebtem Bleioxychlorid (3 Theile Glätte mit 1 Theil Chlorblei zusammengemengt oder besser zusammengeschmolzen und dann gepulvert), giebt eine Decke von einer gleichen Menge Bleioxychlorid und überstreut das Ganze mit einer starken Lage Glaspulver und Boraxglas, etwa 8 Löffelchen von ersterem und 1 Löffelchen von letzterem. Nachdem der Tiegel mit einem gut passenden Röstschälchen bedeckt, erhitzt man denselben im Kohlenhalter bei aufgesetzter Deckkohle (Fig. 13) gleich anfangs stark und 5—8 Min. lang mittelst des Löth-

rohrs oder des Kautschuklöthrohrgebläses, bis Alles geschmolzen ist und das reducirte Blei sich zu einem König angesammelt hat, den man entschlackt und wiegt. Das gefundene Gewicht, durch 20 dividirt, ergiebt die Bleimenge, welche 1 Theil des untersuchten Brennstoffes zu reduciren vermag. 1 Theil reiner Kohlenstoff reducirt 34, Holz 12—15, Holzkohle 30—33, 7, Torf 8—27, Braunkohlen 14—26, Steinkohlen 19—33 Theile Blei. Bei vergleichenden Versuchen im Löthrohr- und im gewöhnlichen Probirofen wurden ganz übereinstimmende Resultate erhalten.

# Preisverzeichniss

## von Löthrohrprobir-Apparaten und Geräthschaften,

welche
von den Mechanikern Lingke und Osterland in Freiberg, Kulle in Clausthal und Hugershoff in Leipzig, bei J. F. Luhme & Comp. in Berlin, bei Gressler & Comp. in Berlin u. A.
zu beziehen sind.

Die hierunter mitgetheilten Preise weichen in den genannten Bezugsquellen nur wenig ab.

| № | Gegenstände. | ₰ | gr |
|---|---|---|---|
| 1 | **Löthrohrprobirapparat** nach Plattner, vollständig für qualitative und quantitative Bestimmung, mit besonderer Reagentiencassette, sämmtliche in Plattner's Löthrohrprobirkunst angeführten Reagentien in 21 Glasflaschen und 22 Holzbüchsen enthaltend, nebst Glas-, Thon- und Kohlengeräthen und einem zerlegbaren Wagengehäuse. Hierzu ein Lederfutteral mit Handhabe und Tragriemen zur Aufnahme des ganzen Apparates . . . . . . . 85 bis | 95 | — |
| 2 | — ohne Reagentien und zerlegbares Wagengehäuse, jedoch mit den nöthigsten Glas-, Thon- und Kohlengeräthen, in einer verschliessbaren Cassette . . . . . . . . . . à | 66 | — |
| 3 | — nur für qualitative Bestimmungen eingerichtet, mit den nöthigsten Reagentien von 25 bis | 38 | — |

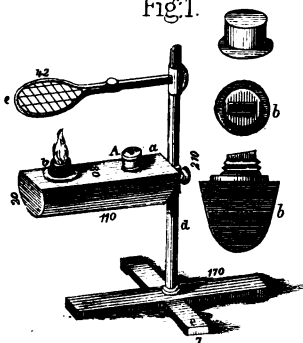
| № | Gegenstände. | ₰ | gr |
|---|---|---|---|
| | **Apparatbestandtheile:** | | |
| 4 | **Ambos,** 55 Millim. l. und 32 Millim. br. . . à | — | 12 |
| 5 | **Büchsen,** von Holz für Reagentien mit Etiquette . . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 2½ |
| 6 | — von Blech für Thontiegel . . . . . . . . à | — | 8 |
| 7 | — für Kohlen . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 10 |
| 8 | — Sodapapier . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 1½ |
| 9 | **Cylinder,** von Buchsbaumholz zu Sodapapiercylindern . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 1½ |
| 10 | **Feilen,** flache . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 11 | — dreikantige . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 12 | — rund . . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 5 |
| 13 | **Gewichte,** von 1 Gramm bis 0,1 Milligr. in Platin . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | 6 | 15 |
| 14 | — ein Satz dergleichen in Silber . . . . . à | 5 | — |
| 15 | — dieselben in feinem Neusilber . . 3½ bis | 3 | 20 |
| | **Glasgeräth:** | | |
| 16 | — Becher, pr. Dtz. . . . . . . . . . . à Stück | — | 2½ |
| 17 | — Kobaltglas . . . . . . . . . . . . . . à „ | — | 10 |
| 18 | — Flasche mit Glasstöpsel und Etiquette à 3 bis | — | 4 |
| 19 | — Kölbchen, birnförmig, pr. Dtz. . à Stück | — | ½ |
| 20 | — „ mit Kugel, „ „ . à „ | — | ½ |
| 21 | — Pipette, Heberpipette mit Kugel . . . . à | — | 4 |
| 22 | — Probircylinder, pr. Dtz. . . . . . à Stück | — | 1 |
| 23 | — „ „ -Gestell zum Zusammenlegen für 6 Stück . . . à | — | 10 |
| 24 | — „ „ -Gestell für 12 Stück . . à | — | 12½ |
| 25 | — Spritzflasche . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 26 | — Trichter . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 2 |
| 27 | — Tropfglas. . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 28 | — Uhrgläser, pr. Paar mit Halter . . . . . à | — | 5 |
| 29 | **Halter,** für Platindraht (ohne Drähte) . . . . à | — | 10 |
| 30 | — für Glaskölbchen . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 31 | — für Kohlen, mit Platinring und Schälchen (Fig. 10—15) . . . . . . . . . . . . . . . à | 1 | 5 |
| 32 | **Hammer** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 13 |
| 33 | **Kapellenstativ** mit Eisen und Bolzen . . . à | 1 | — |
| 34 | **Kohlenbohrer,** kolbenförmig . . . . . . . . à | — | 18 |
| 35 | — vierkantig mit Heft . . . . . . . . . . . à | — | 7½ |
| 36 | — mit Spatel . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 7½ |
| 37 | **Kohlenform** . . . . . . . . . . . . . . . . . à | 1 | 5 |
| 38 | **Kohlensäge** . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |

| № | Gegenstände. | ℛ | gr |
|---|---|---|---|
| 39 | **Lampe,** Löthrohrlampe mit Stativ, Abdampf- und Glühring, Schornstein mit Halter und Blechtrichter . . . . . . . . . . . . . . . à | 3 | 20 |
| 40 | — dieselbe ohne Schornsteinhalter (Fig. 1) à | 3 | — |
| 41 | — für Spiritus, von Glas mit Messingdeckel à | — | 14 |
| 42 | — dieselbe mit Glasdeckel . . . . . . . . . à | — | 9 |
| 43 | **Löthrohr** von Neusilber, mit 1 Platinspitze und Mundstück (Fig. 7) . à 1 ℛ 25 gr bis | 2 | 15 |
| 44 | — dasselbe von Messing . . à 1 ℛ 15 gr bis | 2 | — |
| 45 | — ordinair . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 7½ |
| 46 | **Löthrohrspitze** von Platin, gebohrt 25 gr bis | 1 | 25 |
| 47 | — gelöthet . . . . . . . . . . . . à 10 gr bis | — | 12½ |
| 48 | **Löffel** von Elfenbein (Fig. 17) . . . . . . . à | — | 5 |
| 49 | — von Horn . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 4 |
| 50 | — von Platin, 15 Millim. Durchmesser mit Heft . . . . à 1 ℛ 25 gr bis | 2 | 5 |
| 51 | — „ „ 9 Millim. Durchm. . . . . à | 1 | — |
| 52 | **Loupe,** achromatisch, doppelte in Elfenbeinfassung . . . . . . . . . . . . . à 3 ℛ bis | 3 | 15 |
| 53 | — doppelte, mit einf. Linsen in Horn . . à | — | 25 |
| 54 | — Cylinder in Etuis . . . . . . . . . . . . à | 1 | 10 |
| 55 | **Maassstab** von Elfenbein für Silberproben à | 2 | 15 |
| 56 | **Magnetstäbchen,** 85 Millim. l. u. 4 Mm. dick à | — | 5½ |
| 57 | **Messer** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 7 |
| 58 | **Mengkapsel** von Messing oder Horn (Fig. 16) à | — | 4 |
| 59 | — von Neusilber . . . . . . . . . . . . . . à | — | 6 |
| 60 | **Mörser** von Achat, nach Grösse von 1½ bis | 3 | — |
| 61 | — vom feinsten engl. Gussstahl . . . . . . à | 3 | 20 |
| 62 | **Pincetten** von Messing, 110 Millim. lang, einfach . . . . . . . . . . . . . à 7½ bis | — | 10 |
| 63 | — doppelte mit Platinspitzen, 130 Millim. l., à 1 ℛ 5 gr bis | 1 | 10 |
| 64 | — einfache mit Elfenbeinspitzen . . . . . à | — | 20 |
| 65 | — dieselbe mit gebogenen Spitzen . . . . à | — | 25 |
| 66 | — von Eisen, 110 Millim. lang . . . . . . à | — | 5 |
| 67 | — von Stahl mit Schieber . . . . . . . . . à | — | 15 |
| 68 | **Platin,** Blech und Draht . . . . . . . . à Loth | 6 | — |
| 69 | **Porzellantiegel** . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 4 |
| 70 | — **-Schälchen,** pr. Satz . . . . . . . à | — | 5 |
| 71 | **Probirbleimaass** (Fig. 18) . . . . . . . . . à | — | 5 |
| 72 | **Probirbleisieb** . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 7½ |
| 73 | **Reservoir** für Oel oder Spiritus, von Blech à | — | 15 |
| 74 | **Scheere** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . à | — | 9 |
| 75 | **Spatel** von Stahl, 95 Millim. lang . . . . . à | — | 4 |

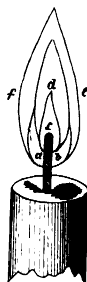
| № | Gegenstände. | ₰ | gr |
|---|---|---|---|
| 76 | **Thontiegelform** von Messing . . . . . . . . à | 3 | — |
| 77 | **Thonschälchenform** von Buchsholz . . . . à | — | 7½ |
| 78 | **Waage,** auf Steinpfannen spielend, 0,1 Milligr. angebend, mit Futteral und Aufzug . . à | 15 | — |
| 79 | — dieselbe mit Gehäuse . . . . . . . . . . . à | 21 | — |
| 80 | — dieselbe mit rhombischem Balken, auf Steinebenen spielend, auf Säulen ruhend à | 30 | — |
| 81 | **Zangen,** Kneipzange . . . . . . . . . . . . . . à | — | 22 |
| 82 | — Werkblei- oder Flachzange . . . . . . . à | — | 9 |

# Alphabetisches Register.

**Löthrohrlampe.**
Fig. 1.




**Flamme.**
Fig. 2.




**Löthrohrhaltung.**
Fig. 8.



**Löthrohrgebläse.**
Fig. 9.

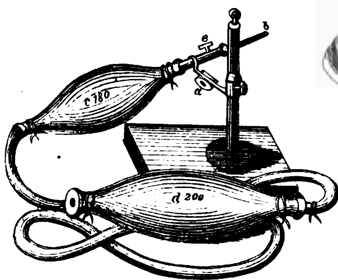



Fig.




Verlag v. H. Grosse i. Clausthal.

chälchen
;3.



leimafs.
g: 18.

